

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

THE INTERNATIONAL FOUR-LANGUAGE CEMENT JOURNAL

MANAGING EDITOR: H. L. CHILDE. CONSULTING TECHNICAL EDITOR: S. G. S. PANISSET.

ENGLISH SECTION

PUBLISHED BY CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED,
20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ENGLAND.
Published on the 20th of each Month. Price 2s. a copy. Annual Subscription 24s. post free.

PARTIE FRANÇAISE	..	..	..	PAGE 317
DEUTSCHER TEIL	..	..	..	SEITE 345
SECCIÓN ESPAÑOL	..	..	..	PÁG 373

Cement Past and Present.

By D. B. BUTLER, Assoc.M.Inst.C.E., F.C.S.

It may be stated with every confidence, that in no other industry have such marked strides been made in recent years as in that of Portland cement alike in this country and abroad; this applies both to the methods of manufacture and to the quality of the product, but more especially to the latter. Improvements in methods of manufacture have been chiefly in the matter of better control of the proportions of raw materials used; their more perfect mechanical amalgamation; more even and perfect chemical combination, by calcination, of the already mechanically mixed raw ingredients; and last, but by no means least, better and more thorough pulverization of the finished product. Apart from the tendency to instal larger units of every kind, which in itself tends to economy, there has been further elimination of manual labour. This applies more particularly to the "getting" of the raw materials and their subsequent handling en route to the mixing mills, and also in packing and conveying the finished product to the consumer. The most modern installations are now so completely "mechanized" that further economies in this direction appear to be almost an impossibility.

For comparison with present-day "mechanized" cement factories, it may be of interest briefly to summarize the processes obtaining when the writer first became interested in the British cement industry some fifty years ago. In those days chalk and clay were about the only sources of raw material available, with the exception of one or two factories in the Rugby district using limestone and shale. Chalk and clay were then "got" entirely by hand, and measured into the washmill by wheelbarrow; from the washmill the slurry passed into settling

backs, whence it was subsequently dug out and wheeled on to drying floors, which were heated by coking ovens. From the drying floor, the dried slurry was wheeled to bottle kilns or intermittent vertical kilns, and loaded into them by hand, with alternate layers of coke, also wheeled to the kiln from a nearby dump. The clinker was drawn from the kiln by hand, and wheeled to the crusher; the finished cement was filled with a shovel into the sacks or barrels, and the latter wheeled to the railway truck or barge. It needs no great effort of imagination to appreciate the manual labour required in a cement factory of the early 'eighties.

Turning to improvements in the quality of the product, it is only necessary to compare the requirements of the first British Standard Specification for Portland Cement (issued in 1904) with the fifth revision issued twenty-one years later to appreciate the strides that have been made in this direction. Below is given in tabular form the chief figures (i.e. fineness of grinding and tensile strength) of the original Specification, and of the five subsequent revisions; the other items of setting time, soundness, and chemical composition have remained much about the same throughout:

FINENESS OF GRINDING.			TENSILE STRENGTH PER SQ. INCH.			
	Per cent. of Residue on—		Neat Cement.		3 : 1 Sand-Cement Mortar.	
	180 Sieve.	76 Sieve.	Days		Days	
			7	28	7	28
1904 (1st Issue) ...	22.5	3.0	400 lbs.	500 lbs.	120 lbs.	225 lbs.
1907 (1st Revision) ...	18.0	3.0	400 "	500 "	120 "	250 "
1910 (2nd ") ...	18.0	3.0	400 "	500 "	150 "	250 "
1915 (3rd ") ...	14.0	1.0	450 "	538 "	200 "	250 "
1920 (4th ") ...	14.0	1.0	450 "	538 "	200 "	250 "
1925 (5th ") ...	10.0	1.0	600 "	—	325 "	355 "

It will be noted that during the past twenty-one years the requirements as regards tensile strength at seven days of the neat cement have been increased by 50 per cent., while the tensile strength of the 3 : 1 sand-cement mortar, which is the truer indication of cementitious value, has been increased by more than 170 per cent.; the requirements as regards pulverization also show a marked improvement, the residue on the 180 sieve being reduced by 55 per cent.

The British Standard Specification reflects, or should do, the average quality of the product for the period during which it is in force. This may have been true of pre-war or war-time periods, but such continual and rapid improvements in quality took place soon after the war that the Specification of 1920 was very far below the average strength of the world product of a year or two later, and the revision of 1925, with its considerably stiffened requirements, was considerably overdue. The same remark would now seem to apply to a more or less extent to the 1925 edition, the requirements of which are considerably below the average of present-day Portland cement, both as regards the British product and that of other cement-producing countries of the world. Judging from the British and foreign material daily passing through the writer's hands for testing purposes the average 7-days tensile strength of the world product is now well above 800 lbs. per square inch with the neat cement, and 400 lbs. with 3 : 1 sand-cement mortar; it would therefore seem that the requirements of the British Standard Specification might again be stiffened with advantage. As regards fineness of grinding also, although cements made in some other

countries are scarcely so well ground as British, the average product of British factories rarely has a residue as high as 5 per cent. on the 180 sieve, and therefore the present British Standard Specification figure of 10 per cent. might be reduced to 7.5 per cent. and still leave a considerable margin above the average.

It need hardly be mentioned that the most striking development of recent years has been the introduction of rapid hardening cement. M. Bied, a well-known French cement chemist, searching for a cement that would withstand the attack of sulphur-impregnated waters, which are fatal to ordinary Portland cement, succeeding in producing by special methods of manufacture a highly aluminous cement which achieved that object, and which at the same time was found to possess very marked rapid hardening properties compared with ordinary Portland cement. Broadly speaking it attained in a few hours a considerably greater strength than the ordinary Portland cement of that day developed in 28 days. Although this rapid-hardening aluminous cement had been in use in France for some time previously, it was first brought to the writer's notice in 1922. Although it was, and still is, considerably more expensive than Portland cement—in fact about double the price—for work of an urgent nature its rapid hardening properties easily outweighed the extra cost. A firm of English manufacturers, with commendable foresight and energy, promptly set to work to produce a rapid hardening Portland cement which would in some degree compete with the newcomer. In this they were eventually completely successful, and now rapid-hardening Portland cement is available for the user which, except for the first 24 hours or so, develops practically the same rapid hardening properties as aluminous cement. The originators of both types of rapid-hardening cement have since had many imitators, both in the country of origin and elsewhere, but the imitators of aluminous cement are somewhat handicapped by the fact that the particular raw material necessary for its manufacture is at present rather limited, and is only to be found in a few particular districts; rapid-hardening Portland cement, on the other hand, can be made from practically any raw materials from which ordinary Portland cement is produced, and therefore a great many Portland cement manufacturers throughout the world now produce rapid-hardening Portland cement almost as a matter of course.

The outstanding feature of rapid-hardening Portland cement as at present manufactured in England is its extreme fineness of grinding; many samples recently submitted to the writer for testing purposes have been so finely pulverized as to leave less than $\frac{1}{2}$ per cent. residue on a 180 x 180 sieve. This suggests that the 180 x 180 sieve is not fine enough accurately to represent the degree of pulverization to which the cement has been subjected; it is quite conceivable that two different cements may leave the same fractional percentage of residue on the 180 sieve and yet possess quite different percentages of impalpable powder or flour, which is generally accepted as the essential part of the cement as regards its cementitious value. The same point arose some forty years ago when the 50 x 50 sieve was the controlling factor as regards fineness of grinding, and 10 per cent. residue on that sieve was considered a well-ground cement. At that time edge-runner mills were beginning to replace millstones for cement grinding. It was sometimes found that two cements might leave the same residue on the 50 sieve, and yet one consist practically of all fine grit just fine enough to pass the sieve with practically no flour, while the other was efficiently pulverized; the difference in cementitious value of the two materials as indicated by the sand test was, of course, very marked. It is therefore possible that the same conditions may apply to a certain extent with the present-day 180 sieve, i.e. one cement may consist chiefly of grit just fine enough to pass the 180 sieve,

while the other may be efficiently floured. There is no doubt that in this respect the determination of pulverization by sifting falls very far short of the ideal and may be altogether inaccurate. Some method of separation by air, or elutriation with a liquid, would probably give more comparable results, but here again everything would depend upon the exact force and direction of the current, whether of air or of fluid, acting upon the powder, and whatever apparatus were adopted it would require to be very carefully standardized before it could be accepted without reserve. One difficulty with air or liquid separators is that if the cement is in the least degree stale or air-set, they would give altogether erroneous results, since there would not be sufficient force in the current, either of air or liquid, to break up the coagulation and set free the flour. Examined under the microscope the sieve residue of a cement that is at all stale clearly shows particles of hydrated flour adhering to the coarse grit, and this would be another source of error. Broadly speaking, therefore, it would seem that the air or liquid method of flour determination is chiefly of value to the manufacturer in checking and controlling the efficiency of his pulverizing machinery; since he is always working with freshly-ground cement, inaccuracy due to the presence of air-set particles would not arise, and if the apparatus is set to a certain standard it affords important and valuable information as to whether his grinding machinery is working properly or not.

In conclusion, the writer would like to advocate the desirability of more uniform methods of testing in the great cement-producing and cement-using countries of the world. It is perhaps scarcely realized except by those who are frequently called upon to make tests of the same cement by the Government specifications of different countries what enormous differences in results, even with simple tensile tests, are caused by these different specifications. It therefore follows that before accepting contracts in another country the supplier must carefully inform himself how far the methods of carrying out the test in a foreign country would affect the figures specified; if he relied entirely on tests made by the method in vogue in the country of origin of the cement, he might experience the unpleasant surprise of having his consignment rejected on arrival.

EDITOR'S NOTE.

THE Editor of International "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" invites readers of this journal to submit articles for publication. Manuscript may be submitted in English, French, German or Spanish, and will be translated into the other three languages by specialist translators.

Articles are invited on any new ideas or developments in the manufacture, chemistry or testing of cement, or allied subjects of general interest to the cement industry. Descriptions and illustrations of new cement plants in any part of the world are also invited. Liberal payment is made for suitable contributions.

Manufacturers of Cement-making Plant are also invited to submit information and illustrations relating to new plant developed by them and new installations of their plant.

Such matter should be addressed to: The Editor, "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, England.

The Rotary Kiln.

By A. C. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(Works Managing Director, Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.)

THE modern rotary kiln now generally used in the manufacture of cement has indeed revolutionised the industry, and is the most scientific and practically efficient burning process that has yet been introduced in the manufacture since Portland cement was first known.

The rotary kiln is in general use in England and every other country, and it has been said that this kiln is the only invention of importance in the manufacture since the introduction of the ball and tubemills for grinding. That further improvements in the manufacture of Portland cement are occurring and will occur, however, goes without saying, for even with the use of the rotary kiln the manufacture is a technical and expensive process involving heavy capital outlay, high cost of production, and continuous plant upkeep. With the present kilns there is certainly a demand for more fuel economy, to say

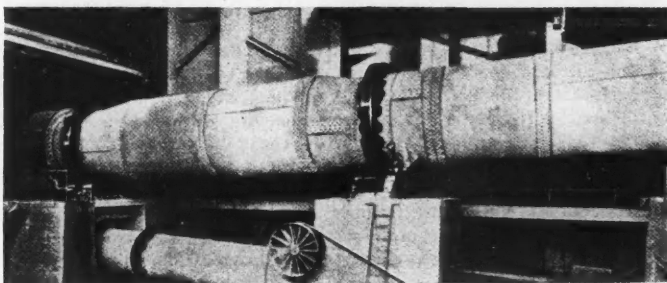


Fig. 1.—Rotary Kiln with Enlarged Burning Zone.

nothing of other improvements which will no doubt be introduced as experience proves the necessity and time gives the opportunity.

More than 90 per cent. of the cement manufactured in the United States is produced by the rotary kiln, and in most of the works in England this kiln only is adopted. Many obsolete factories have installed the rotary kiln for cement burning, and all new works adopt this process. Although a comparatively recent development in cement manufacture, enough has been seen of rotary cement, both in science and practice, to declare it to be the product of the future. To advocate the use of rotary cement is therefore unnecessary, since all that science can bring to prove its quality, and all that practice can offer to show its superiority, so effectually establish its claim for preference that we may say, without fear of contradiction, rotary cement now holds the field.

The product from the rotary kiln has a distinct advantage in quality both for tensile strength and freedom from any tendency to expansion. This is only to be expected, however, for apart from its economy in working the great advantage of this kiln is that the process of calcination is in full view of the operator and can be controlled by him with exactness. By altering the rotating

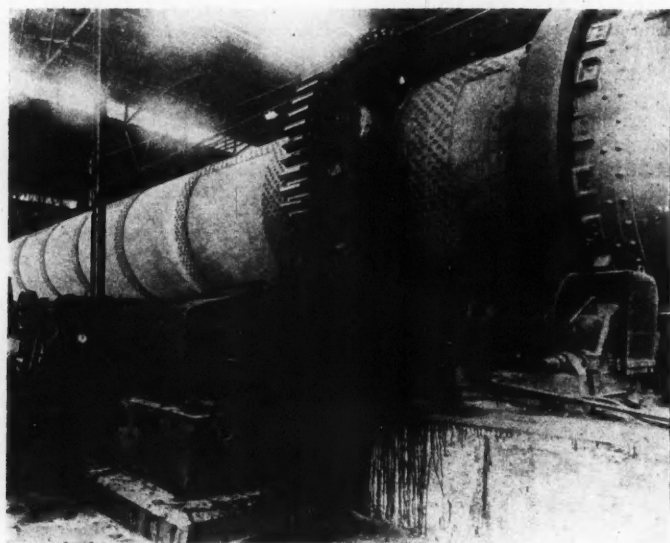


Fig. 2.—Rotary Kiln Driving Gear.

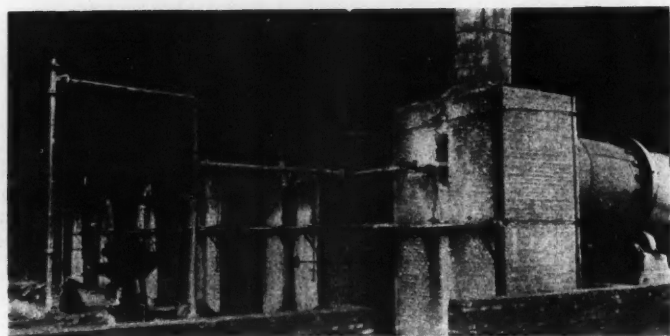


Fig. 3.—Early Form of Slurry Feed to Rotary Kilns.

speed of the cylinder, by decreasing or increasing the feed of the raw mixture, or by varying the force of the coal blast and the quantity of fuel, the burner is able to regulate the operation of burning to any desired degree. With the old-fashioned intermittent kiln no such adjunct was possible, for when once the kiln was charged and fired the calcining proceeded automatically for better or worse, and the product from the kiln had to take its chance.

The rotary kiln as applied to cement burning consists of a slightly inclined cylindrical tube in steel plates about $\frac{3}{4}$ in. thick. The length ranges from 100 ft. to 400 ft., and the diameter from 6 ft. to 12 ft., according to the output required from the kiln. Table I gives the dimensions and approximate outputs of a number of typical kilns in use to-day on the wet process:

TABLE I.

TABLE 1.					Tons per hour.	
100 ft. length by	6 ft. 0 in.	diameter	approximate	output	...	2
150 ft. "	7 ft. 6 in.	"	"	"	...	4½
200 ft. "	9 ft. 0 in.	"	"	"	...	8
230 ft. "	9 ft. 6 in.	"	"	"	...	9
250 ft. "	11 ft. 0 in.	"	"	"	...	15

The diameters given in this table are those of the greater part of the length of the kilns, but in addition nearly all modern kilns have an enlarged burning zone with a diameter of 1 ft. or 2 ft. greater than the rest of the kiln (Fig. 1). These diameter dimensions are exclusive of an average firebrick thickness of 6 in. running throughout the length of the kiln.

The long cylinder is inclined to the horizontal about 1 in 25 or 30, and is mounted by four or five sets of tyres (according to length) which run on heavy rollers, and the kiln is slowly rotated by a train of gear wheels at a speed of 1 to 2 minutes per revolution (Fig. 2). At the point of the kiln where the tyres and gearing are fitted the tube is reinforced by additional plating.

The cement-making materials are continuously fed into the rotary kiln through a pipe at the upper end (Fig. 3) in the form of either slurry or dry powder, according to the process adopted in preparing and mixing the raw materials, and travel by gravity from one end of the kiln to the other. Slurry sprays or lifters are fitted to spread the raw materials on entering the kiln and when meeting the hot gases. In England finely ground coal is used as fuel, and this is introduced into the lower or outlet end of the kiln by a jet of air issuing from a blast fan.

When the kiln is started the fine coal is ignited and a white heat is obtained in the lower end of the cylinder. The raw material is then fed into the kiln, and as it gradually descends into the zone of heat generated by the perfect combustion of the finely-ground coal fed into the cylinder from the opposite end, it parts with any water that may be present, becomes heated to redness as it approaches the centre of the cylinder, loses its carbonic acid, forms little rounded balls which reach a nearly white heat in the lower end, and finally issues as well-burned clinker in grains about the size of a large pea. The greatest heat is naturally near the fuel jet, or outlet end of the kiln.

The proportionate dimensions of the rotary kiln have been the subject of discussion throughout the history of the kiln. The early kilns were of the same diameter throughout their length, but in the first decade of the century the designs were modified. First, the "slurry end" was enlarged (Fig. 4),

and, second, a length of 20 or 30 ft. in the hotter end of the kiln, known as the "burning zone," was enlarged in diameter by 12 or 18 inches (Fig. 1). The objects of this enlargement were two-fold: first to provide a larger space for what was thought to require the greatest amount of room, namely, the drying of the raw materials, and second to increase the output of clinker and mitigate the evil arising from clinker rings. Clinker rings are accumulations of clinkered material upon the firebrick lining of the kilns which steadily gather, in some cases to a thickness of 1 ft. or 2 ft. and finally to such a degree that the material can no longer gravitate down the kiln, and the operation of the kiln has to be stopped. The larger the diameter of the burning zone the more space was available for clinker rings if they formed, and the less hindrance these rings presented to continuity of running. The enlarged burning zone has persisted in rotary kiln design until the present day, and the tendency now is to make it 2 ft. greater in diameter than the remainder of the kiln.

During the last few years, enlargement of what is called the "calcining

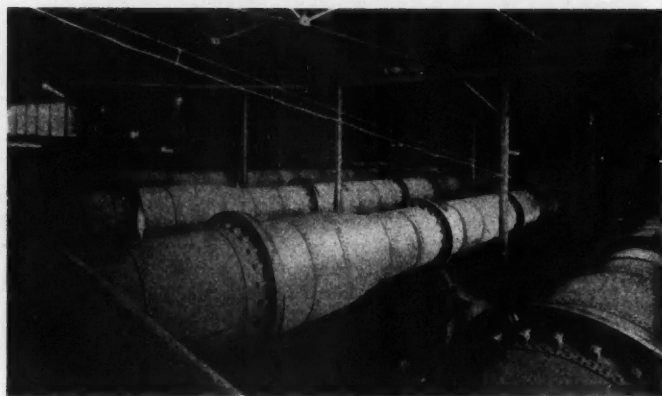


Fig. 4.—Early Rotary Kilns with Enlarged Slurry Ends.

zone" has been recommended in some quarters and is actually practised (Fig. 5). The object of this enlargement is to provide additional space for what is now agreed to be the severest part of the operation in a rotary kiln, namely, the decomposition of carbonate of lime. This is an operation that requires a minimum temperature of about 1,500 deg. F. and absorbs a very considerable amount of heat, indeed far more than is absorbed in the clinkering operation. The calcining zone is situate next to the burning zone and almost in the middle of the kiln. There has been some sort of compromise between the adherents of the enlarged burning zone and those of the enlarged calcining zone, which has resulted in an unusually long enlarged zone which is a partly burning and partly calcining zone.

The idea that the drying zone of the kiln is one calling for additional space has been recently revived and some kilns have again been designed with enlarged slurry ends, *i.e.*, the upper end of the kiln into which the slurry is fed. In the early years of rotary-kiln development the designers concentrated

upon output more than upon heat efficiency, but of late years more attention has been given to improvement in heat efficiency as well as output.

Dealing with the developments of the rotary kiln in general, it will be obvious that the larger the kiln the less the labour cost per ton of output, because a rotary-kiln attendant can attend to two or even three kilns with a combined output of 30 tons per hour, while a single kiln of only two or three tons per hour requires the same amount of personal attendance.

Clinker Coolers.

The red hot clinker from the rotary kiln is economically cooled in such a way that the air heated by this cooling can be utilised for combustion. The

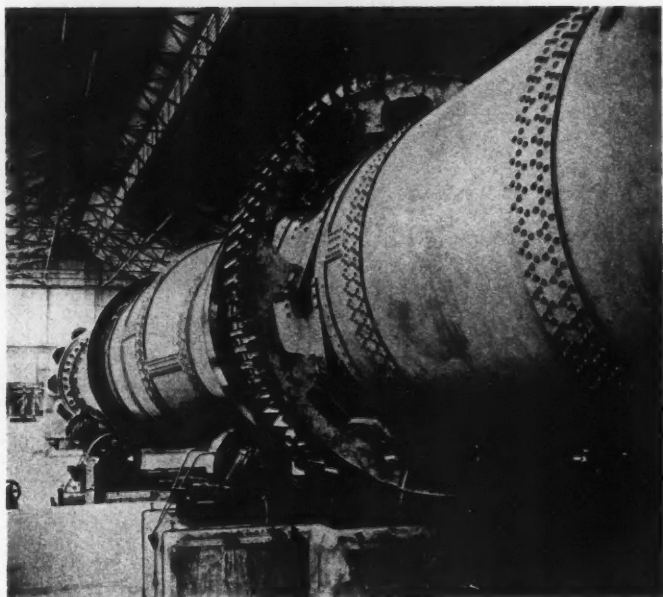


Fig. 5.—Rotary Kiln with Enlarged Calcining Zone.

older rotary kilns are arranged with coolers immediately below them, and the clinker falls direct from the kiln into the cooler (Figs. 6 and 7). Clinker coolers are cylindrical tubes similar to rotary kilns, but a good deal smaller in dimensions (Fig. 8). They are gear driven, as are the kilns, and the hotter ends are brick lined, while the lower half is generally lined with iron plates and is equipped with lifters (Fig. 9) which carry the hot clinker up the side of the cooler and cascade it through a current of air which is passing in an opposite direction to that of the clinker and is on its way to provide the air for combustion needed in the rotary kiln. During the last few years the integral cooler has been developed. This is, in its simplest form, an elongation of the rotary kiln, and in use, when this lower part of the rotary kiln acts

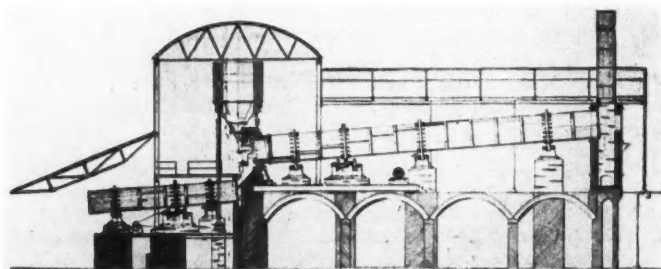


Fig. 6.—Section of Early Rotary Kiln Plant with Cooler below.

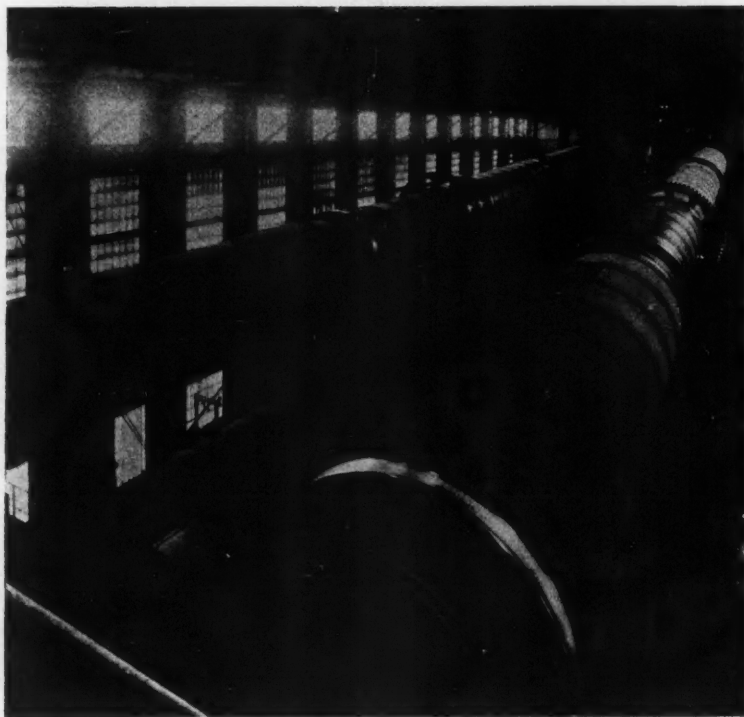


Fig. 7.—Rotary Kilns with Separate Coolers below.

as a cooler, the pipe carrying the air blast and coal is lengthened to 20 ft. or thereabouts and combustion does not begin until 20 ft. up the kiln, thus permitting the lower portion to be entirely a cooling arrangement.

This type of cooler has advantages both in first cost and in efficiency because it permits the rotary kiln to be erected on ground level instead of having to be elevated a sufficient distance to provide for a rotary cooler beneath it. Moreover, the heat radiation losses which occur between the end of a rotary kiln and the end of the cooler through what are known as the kiln hood, the clinker chute, and the cooler hood are entirely avoided by the use of the integral cooler. The integral cooler has been developed by some kiln designers in the direction of providing a number of subsidiary tubes for cooling, arranged around the circumference of the rotary kiln shell (Fig. 10); it is probable that finality in the design of this type of cooler has not yet been

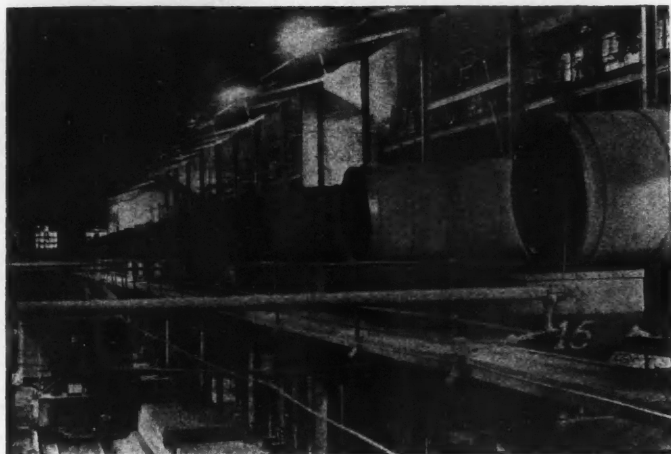


Fig. 8.—Discharge End of Early Type of Clinker Coolers.

reached, although at the same time it seems likely that the separate cooler will not be embodied in new kilns and is now obsolete.

Referring again to the separate coolers, which of course form the majority of those in existence to-day, there has been much discussion as to whether the air required for cooling the clinker should be drawn through the cooler and subsequently into the kiln by the induced draught of the kiln chimney, or whether such air should be forced up the cooler and into the kiln by a fan (Fig. 11). The advocates of the latter claim that it gives better control of the air supply, although it admittedly consumes power which is not used when the chimney alone is relied upon.

The clinker enters the cooler at a temperature of about 2,000 deg. F., and an efficient cooler will deliver it at a temperature at which it can be handled while at the same time heating the air for combustion to about 700 deg. F. When it is remembered that the amount of heat in the clinker leaving the kiln

is equivalent to about 5 lbs. of coal per 100 lbs. of clinker, it will be realised that the heat recovery in clinker coolers is of considerable importance to heat efficiency.

Rotary kilns as a whole cannot be claimed to be scientifically economical in fuel consumption, because from 24 to 26 lbs. of coal (dry coal of 12,600 B.T.U.'s per lb.) are consumed per 100 lbs. of clinker, and this compares with 15 to 20 lbs. of coal consumed in shaft kilns. On the other hand, rotary kilns possess a preponderating advantage in labour cost compared with the shaft

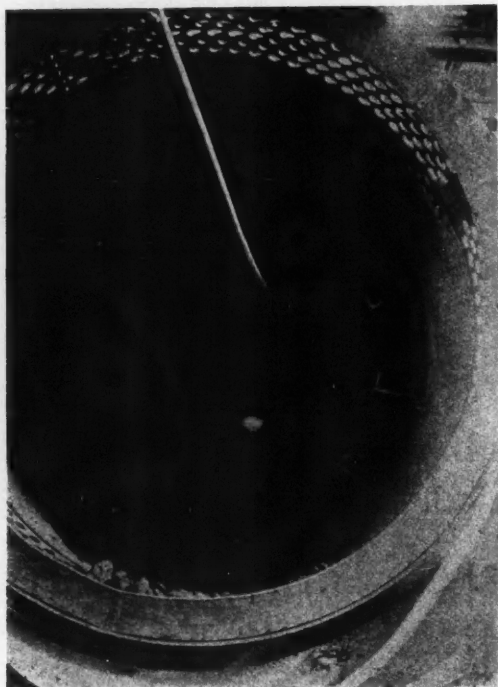


Fig. 9.—Interior View of Rotary Clinker Cooler showing Lifters.

kiln, and it is also much easier to produce high-quality cement in the rotary kiln than in the shaft kiln.

Rotary Kiln Lining.

Rotary kilns were first introduced as a commercial proposition at the end of last century and the early difficulties were very largely confined to the lining of such kilns. The maximum temperature reached in rotary kilns approaches 3,000 deg. F., and this in itself demands a very refractory brick, but in addition to this temperature there is the mechanical attrition caused by the flow of the clinker over the surface of the brick, and, what is more destructive still, the

fluxing action between the basic cement clinker and acid bricks. This fluxing action involves the formation of compounds of lime (derived from the cement) and silica and alumina derived from the firebrick, which melt at a temperature not much over 2,000 deg. F., so that if the fluxing action is not prevented a firebrick lining (of the acid type) in a rotary kiln will not endure many days. It therefore became necessary to develop a technique of coating the lining with a layer of cement clinker while the kiln was running, and to train the early attendants of the rotary kiln in the practice of this operation. It was discovered that so long as a coating of 2 in. or 3 in. of clinker could be collected on the firebrick lining no further fluxing occurred and the kiln could run for a considerable period without renewal of the lining. Each time

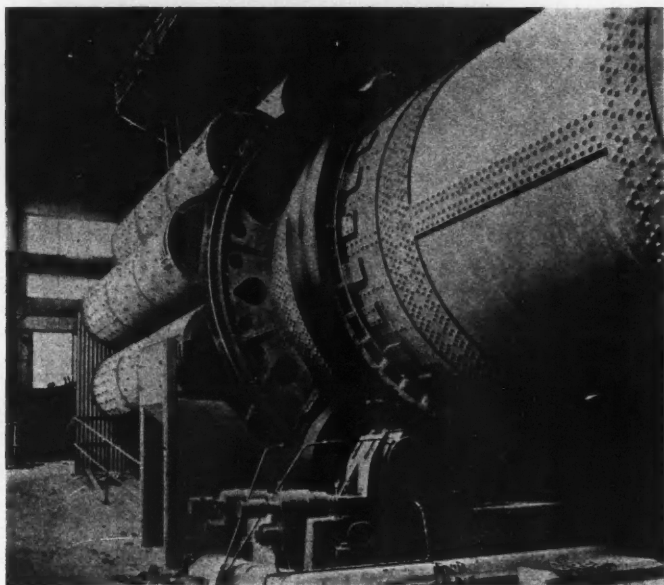


Fig. 10.—Rotary Kiln with "Integral" Cooler.

the kiln cooled down, however, this coating fell off and generally took with it a layer of the firebrick; thus owing to stoppages associated with mechanical troubles an average life of the lining in a rotary kiln burning zone was under six months when firebricks of the acid type were employed.

During the last few years, however, bricks containing from 60 per cent. to 70 per cent. of alumina have been employed in rotary-kiln burning-zones, and as such bricks are almost neutral in their chemical characteristics the fluxing action between them and cement clinker is very small; in consequence, rotary-kiln burning-zones lined with aluminous bricks should not require renewal in less than twelve months.

These aluminous bricks, sometimes known as bauxite bricks, are made from the natural mineral bauxite or other minerals of similar composition, and

require very hard burning. Suitable material is not found in England, so that either the raw material or the bricks themselves have to be imported, and this, in conjunction with the high degree of burning, renders them considerably more expensive than English firebricks, although experience has shown that the higher cost is fully justified by the longer life of the bricks in practice.

Magnesite bricks, composed very largely of magnesia, were also tried in the earlier days of the rotary kiln, but were not extensively adopted owing to their high price and a tendency to spall which decreased their life.

The need for special bricks in rotary kilns is confined to the burning zone only, say, one-quarter of the total length of the kiln; the remaining three-quarters of the length can well be lined with ordinary firebricks, because the temperature is not high enough in the upper parts of the kiln to attack the refractory nature of such bricks or to cause the fluxing action just described.



Fig. 11.—Clinker Cooler under Forced Draught.

The upper end of the kiln, which contains nothing more than wet or partially-dried slurry, is sometimes lined with concrete placed *in situ*, which is reported to be quite an adequate lining in this position.

Coal Firing.

As previously mentioned, the rotary kiln is heated by a flame produced by the ignition of finely-powdered coal. A fan is arranged near the hot end of the kiln to blow through a blast pipe of about 9-in. diameter, and into this pipe is fed the coal necessary for the heating (Fig. 12). The mixture of coal and air ignites shortly after leaving the pipe and forms a high-temperature flame. In some cases this coal-firing fan, as it is termed, is arranged to draw hot air from the clinker cooler; the mixture of hot air and coal thus entering the kiln ignites more quickly than would a mixture of cold air and coal and provides a hotter flame, while at the same time it helps to recover some of the heat from the cooling clinker. In other cases the coal-firing fan draws its

supply of air from the coal mill and the coal drier, and thus performs the necessary ventilation of these machines.

The Coal Mill.

For a powdered-coal flame to ignite quickly, as is required in a rotary kiln, it is necessary for the coal to be dry and finely ground, and this implies drying and grinding coal as it is received from the colliery.

Only a few years ago coal driers were considered necessary, and these usually



Fig. 12.—Firing End of Kiln, showing Coal Feed Pipe.

took the form of rotating drums 40 ft. long by 4 ft. diameter and upwards through which the coal passed and found its way through owing to the rotation. Hot air from the clinker cooler, or hot flue-gases from a specially-arranged furnace, passed outside the drum (which was housed in a brickwork chamber) and then through the middle of the drum (figs. 14 and 15), and the steam from the coal either went to the atmosphere or was drawn into the kiln by the kiln-firing fan. Owing to the necessity of avoiding the temperatures in the coal-drying drum getting sufficiently high to ignite the coal, coal drying by this means was a somewhat inefficient process, and the evaporation of water

per pound of coal rarely exceeded 2 lbs. From the drying drum the coal was passed to grinding mills, which were either of the tubemill variety described in connection with clinker grinding, or of the pendulum variety. From the coal mills the fine powder passed to silos or hoppers before being fed into the kiln.

Quick ignition of the coal in the kiln was known to be desirable, and one means of attaining this end was fine grinding. Of recent years self-contained single unit driers and pulverisers or grinding machines for coal have become popular (fig. 16). These machines take small coal as delivered from the colliery (without drying) and pulverise it and inject it into the rotary kiln; so that they perform the functions of the coal mill, coal drier, and coal firing fan which were necessary in the earlier installations. These pulverisers sometimes take the form of high-speed disintegrators with discs revolving on a horizontal spindle, while in other cases a combination of a small ball mill or tubemill and a cyclone

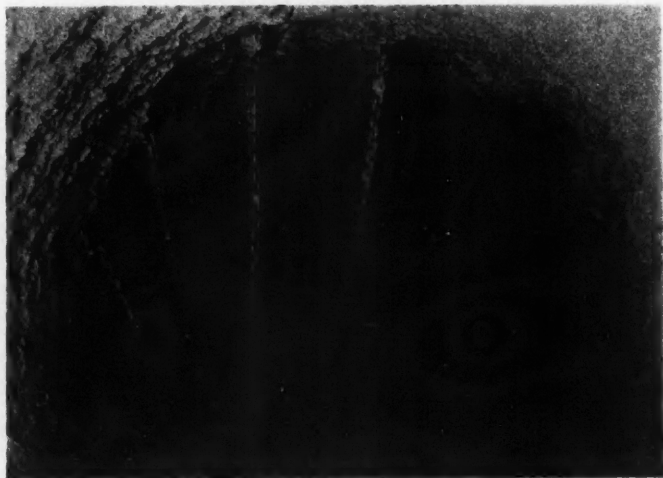


Fig. 13.—Interior of Rotary Kiln Fitted with Chain Lifters.

separator is adopted. In both cases it is necessary for hot air from the clinker cooler to be drawn through the mills to facilitate the grinding of wet coal. When a cyclone is used the bulk of the powdered coal is separated and can be collected in a hopper for storage. These machines have their limitations when dealing with very wet coal containing more than 10 per cent. of moisture, and they are not so well adapted for the fine grinding of coal which may be necessary when using certain classes of fuel.

Quality of Coal.

In a certain sense it is true to say that almost any quality of coal can be used for firing cement rotary kilns provided proper treatment is given to the coal before injection into the kilns. Generally speaking, however, the ideal coal for cement burning in rotary kilns, when cost is considered in conjunction with quality, would be one containing less than 5 per cent. of moisture, no



Fig. 14.—Rotary Coal Drier (during erection) showing Centre Tube.

more than 10 per cent. of ash, and with a minimum of 20 per cent. of volatile matter. Such a coal could be successfully used if ground to a residue of about 20 per cent. on the 180 sieve. There are cases, however, of the residue exceeding 30 per cent. on the 180 sieve with successful results, although in these cases the ash from the coarsely-ground coal may tend to collect in one region of the kiln and form clinker rings, and there may not be the rapidity of ignition which is valuable for heat efficiency. It would, however, be possible to use coal containing less than 20 per cent. of volatile matter provided the fineness of grinding had been carried to the necessary degree to permit of quick ignition,



Fig. 15.—Feed End of Rotary Coal Drier.

and at some works the residue on the 180 sieve is as low as 5 per cent. It is a matter for consideration whether the power expended in such fine grinding is counter-balanced by the cheapness of the coal containing a low proportion of volatile matter. The percentage of ash in coal used in rotary kilns may, and does, vary over a considerable range, and rotary kilns have with success on occasions been fired with coal containing 25 per cent. of ash. It has to be realised, however, that much of the ash in the coal fired into rotary kilns mingles with the cement raw materials and alters the chemical composition, so that it is necessary for the chemist to adjust the chemical composition of



Fig. 16.—Single Unit Coal Drier and Pulverizer.

the mixed raw materials to meet the change in composition arising from admixture with coal ash.

Slurry Lifters.

Mention has been made of slurry lifters inside the feed end of a rotary kiln for the purpose of spreading the raw materials and getting more intimate contact between them and the hot gases passing up the kiln. In the wet process, unless an attempt is made to distribute the raw materials in this way by means of lifters or other devices, the gases leaving the kiln may reach a temperature of 1,000 deg. F., or even more, and this involves very considerable waste of heat. Hence a considerable amount of investigation has been done upon lifters of various designs for the purpose of distributing the slurry and causing intimate contact between it and the hot gases.

These lifters take the form of buckets attached to the inside of the kiln shell, or of star-shaped diaphragms occupying the cross-section of the kiln at the

slurry end, or of a single concentric tube or nests of tubes, and in recent years of festoons of chains (fig. 13) loosely suspended in the interior of the kiln. The type of slurry lifter employed has to be suitable for the nature of the slurry. With viscous slurries the lifter has to be of a very simple type, otherwise there is danger of the formation of accumulations of slurry "pug" which obstruct the draught through the kiln, while with more friable slurries more complicated lifters can be employed with advantage.

Well-designed slurry lifters are successful in keeping the temperature of the gases leaving the kiln down to about 450 deg. F. It will be realised that the installation of slurry lifters inside the kiln forms some obstruction to the passage of the hot gases through the kiln, and where the lifter system is complicated a fan will be needed to assist the gases in their passage through such system.

Although the rotary kiln has been used for nearly thirty years there is still no general agreement as to the technique of the burning operation. The nature of the flame employed can be varied very considerably by modifications of the burner pipe and its position, and of the proportions between the air entering the kiln through the burner pipe and the secondary air entering up the clinker chute. There are probably several ways of attaining the same end, but there is a notable improvement in the heat efficiency of rotary kilns to-day compared with those of five years ago. As a result kiln designers will now guarantee a maximum coal consumption of 24 per cent. based on clinker output with slurry containing not more than 40 per cent. of water, as compared with, say, 29 per cent. of coal and more with old type kilns.

Scientific Control of the Rotary Kiln.

In the initial stages of rotary kiln development the control was on a rule of thumb basis, but of late years scientific control of combustion has been introduced with considerable advantage to economy. It can now be claimed that in no industry is coal burnt with such perfect combustion as in well-controlled rotary cement kilns, because such kilns will issue the products of combustion with practically no excess of air and with no unconsumed coal.

To obtain such perfect combustion it is necessary to have constant analyses of the gases leaving the rotary kiln, and this is done by electrical instruments which take samples of the gas and record continuously the proportions of CO_2 , oxygen, and CO. This enables the chemist to detect at once any imperfect combustion which can be remedied by adjustment of the air supply.

In the best of the rotary kilns in use there is a considerable loss of heat owing to the high temperature of the gases leaving the kiln, and here again a continuous temperature recorder is needed so that any avoidable waste can be prevented. A well-designed kiln will issue its gases at a temperature below 400 deg. F., while in some of the older kilns this temperature may reach 900 deg. F. and thus involve a loss of about five tons of coal per 100 tons of clinker when compared with the more efficient rotary kiln.

Another important item in heat efficiency is the control of the air supply, to ensure that as much as possible of the air required for combustion is previously heated by the clinker leaving the kiln, and control of this department demands the use of draught gauges to indicate the air flow. The aim of the rotary-kiln controller is to have a perfectly even feed of raw material and a perfectly even flow of coal and air into the kiln, so that no adjustments are needed and the output of perfectly-burned clinker at constant rate of production can be obtained. This ideal is, however, not attainable in practice owing to

variations in the rate of flow of material down the kiln and to variations in quality of the coal. Hence it becomes necessary to have facilities for adjustment; this can, of course, be done both with the rate of flow of raw material and the quality of coal, but the more commonly used means is the variation in the speed of the kiln, enabling the flow of material down the kiln to be retarded or accelerated as needed.

The loss of heat occasioned by the high temperature of the chimney gases has already been referred to, and probably the next most important loss is that by radiation from the surfaces of the kiln and the cooler. Such radiation is generally thought to be equivalent to about four tons of coal per 100 tons of clinker. Some attempts to minimise this loss have been made by insulating the shell of the kiln, usually by installing layers of heat-insulating material between the firebrick lining and the steel shell of the kiln. In some cases the heat radiated from the shell of the kiln has been used for coal drying.

The improvements described in the design of the modern rotary kiln have thus been substantiated, and more progress with the economics of this kiln has been made during the past five years than through the previous decade of its use. Indeed, in economic and scientific cement manufacture the industry of the United Kingdom can compare with that of any other country in the world.

Canada Cement Company.

The report of the Canada Cement Company for the year ended November 30, 1929, states that sales of cement have been larger in practically all districts. This has enabled plants to operate more continuously, and has resulted in some operating economies. Improvement in this respect has been the greatest in the west and has enabled a reduction in price throughout that district. Prices in other districts have remained at practically the same level as last year. Export business is still handicapped by lower labour costs and lower ocean freight rates of European competitors, and remains about the same as for several years past. The net income for the year amounted to £324,000 compared with £282,800 for the preceding fiscal year.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Subscription Rates.

Owing to the very greatly increased cost of production of "Cement and Cement Manufacture" in its new form, it has been necessary to increase the price to 2/- a copy. The annual subscription rate (including postage anywhere in the world) is 24/-. Present subscribers on our pre-paid subscription list will continue to receive copies at the former rate until their present subscriptions expire.

Annual subscriptions should be sent to "Cement and Cement Manufacture," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1., England, when copies will be posted regularly each month for the duration of the subscription.

Cement "Complaints."—I.

An Analysis of Investigations.

By H. A. HOLT.

THE diagnosis of causes of failure in concrete sometimes demands great powers of imagination on the part of the investigator. The idea seems still to persist that provided cement is present, no matter how small a proportion, the nature of the remaining ingredients is of no importance so long as sufficient bulking is procured. The excellence of modern Portland cement is to some degree responsible for the fostering of this idea, since it is sometimes sufficiently strong to overcome the deleterious influence of poor aggregates and inferior workmanship; it carries the concrete by itself, and perhaps just enables it to pass a loose specification. Such concrete is unsatisfactory and is seldom economical in the long run.

These cases are, of course, far in the minority. The standard of excellence of concrete made in this country is steadily rising as architects and engineers appreciate the importance of such matters as the careful selection of aggregate and sand and the control of mixing water and curing methods, and they are increasingly introducing clauses covering these essentials in their specifications.

The results of laboratory examinations and analyses on many samples of defective concrete have shown numerous separate and distinct faults, any of which may have caused failure. In 47 out of 400 samples examined the cause of failure could not be found. Some 629 potential causes of failure were found in 353 samples of defective concrete, indicating that in the vast majority of cases the poor-quality concrete had been due not to one adverse factor but to a combination of factors which together had resulted in concretes so reduced in efficiency as to be the subject of complaint. It will be seen from this that an investigation is not complete until every reasonably possible cause of damage to the concrete has been examined. If the finding of the first fault puts an end to the search a far more dangerous fault may consequently be overlooked. It should be understood that the investigations to be described were not concerned with failures of concrete structures, but for the most part with complaints of unsatisfactory quality of concrete during construction work or in the production of concrete goods.

The concrete maker of little experience, when he finds that his concrete is not all it should be, proceeds to lay the blame upon the cement with monotonous regularity, forgetful of the fact that the cement is the only component of his concrete which has been scientifically made under the supervision of expert chemists, and that there are numerous faults far more likely to have caused the trouble connected with faulty aggregate or careless workmanship. In the 400 concretes examined there was only one failure due to faulty cement, and that was caused by the cement being too quick-setting. In six cases the cement was found to be over aerated, but this was due to prolonged or faulty storage on the job or at the supply depot.

Causes of Faulty Concrete.

About 56 per cent. of the faulty concretes were due in one form or another to bad workmanship and the remainder to faulty materials. Of the 400 samples examined the following is a list of faults as far as possible in order of magnitude.

83 (20.7 per cent.).—Mixtures with too low a proportion of cement, resulting in weak and porous concrete or mortar.

49 (12.3 per cent.).—Aggregates contaminated with organic matter resulting in delayed hardening of the cement, and in extreme cases in failure to harden. This number would be higher except for the fact that detection of organic matter in an aggregate by analysis of the concrete is frequently impossible.

48 (12 per cent.).—Bad mixing or lack of sufficient time in mixing causing unevenly distributed cement and sand, with the consequent "bunching" and bridging of the aggregate.

47 (11.75 per cent.).—Untraceable as regards cause of failure. In many of these the fault could be surmised but not proved, often for lack of information concerning the failure. Other cases were probably due to organic matter in the aggregate (as shown above), too small and unrepresentative samples, incorrect specifications, or some local circumstance connected with the work of which the investigator had no knowledge.

43 (10.75 per cent.).—Sands or aggregates containing excess of loam or clay in such a form as to cause "balling" of the sand or coating of the aggregate with a film and preventing proper cohesion with the cement. In this connection the form in which the loam or clay is present is much more important than the actual quantity. A small amount of loam if it forms a film around the aggregate is far more harmful than a relatively large amount in the form of a loose powder, providing of course that it is not chemically detrimental.

36 (9 per cent.).—Sands much too fine, or an excess of fine dust of a floury nature in stone aggregates. This is a common fault; it results in a mortar of little structural strength and one which as a rule does not adhere well to the aggregate. A proportion of fine sand is essential, but no more essential than a larger proportion of coarse sand. Two (0.5 per cent.) cases only were found in which too coarse a sand had been used without sufficient fine material. The result was a porous concrete with a poor face, as little "fat" could be worked to the surfaces.

35 (8.7 per cent.).—Cases of excess mixing water resulting in serious decrease in strength of the concrete, particularly at early periods, and also in segregation of the mix and sometimes in contraction cracks. This figure does not truly represent the number of concretes in which too wet a mix was used, as although the appearance of the concrete may suggest excess mixing water it is frequently impossible to prove it by analysis. In fifteen (3.75 per cent.) cases insufficient mixing water resulted in imperfectly hydrated cement, lack of strength and homogeneity, and in increased porosity.

34 (8.5 per cent.).—Instances of incorrect grading of aggregates, in which there were three cases of deficiency of intermediate material. In the majority of the other 31 cases the aggregates were of unsuitable size for the particular work, causing bad consolidation, porosity, and defective cover for reinforcement.

34 (8.5 per cent.).—Over-sanded mixes resulting in weak concretes since the surface area of sand is greater than the surface area of coarse aggregate and therefore requires more cement to coat it. Twenty-two (5.5 per cent.) were cases of under-sanded mixes, which is a more serious fault resulting in a porous concrete and "bunching" of the aggregate.

25 (6.25 per cent.).—Failures due entirely or in part to bad workmanship in placing and tamping the concrete, resulting in a loosely-consolidated, porous, weak mass. If this type of concrete is reinforced there is a danger of the bars not being properly embedded and covered, with subsequent failure due to structural weakness or rusting of the steel.

23 (5.75 per cent.).—Instances of excess of coal in such aggregates as breeze and clinker, resulting in expansion of the concrete with cracking and disruption.

20 (5 per cent.).—Instances of sulphur in the form of sulphides found in aggregates such as spar, unweathered slag, breeze and clinker, causing delayed hardening and disruption of the concrete on the oxidation of the sulphides. This fault is frequently partly the result of porous concretes. Thirteen (3.25 per cent.) cases were of aggregates containing sulphur as sulphates, such as spar, breeze, clinker or slags, causing gradual cracking and disintegration.

19 (4.75 per cent.).—Cases of faulty curing such as lack of protection against frost, sun, and drying winds and prevention of too rapid drying out due to other causes. This figure would be higher but for the difficulty of proving this fault either by visual examination or by analysis.

15 (3.75 per cent.).—Cases of the use of flaky or excessively rounded aggregate causing bridging and voids and consequent weakness and porosity.

14 (3.5 per cent.).—Aggregates lacking structural strength such as soft sandstones and disintegrating igneous rocks. These aggregates tend to rupture when being tamped or when the concrete is being stressed and naturally form weak pockets.

9 (2.25 per cent.).—Failures due to the action of industrial chemicals to which the unprotected or insufficiently protected concrete was subjected.

8 (2 per cent.).—Aggregates contaminated with gypsum or plaster, such as crushed uncleaned bricks, causing rapid setting of the cement.

7 (1.75 per cent.).—Cases of excess of voids in concrete, the exact causes of which could not be proved by examination but were probably due to a combination of circumstances. In two cases, however, they were the result of placing concrete in running water which washed out much of the cement and sand.

6 (1.5 per cent.).—Instances of over-aerated cement due to prolonged or faulty storage, resulting in retardation of the set, and in extreme cases of the hardening also.

5 (1.25 per cent.).—Cases of carbonaceous matter in the aggregate causing delayed hardening.

4 (1 per cent.).—Failures due to mixing Portland with aluminous cement, causing extremely rapid setting.

4 (1 per cent.).—Instances of the mix being too strong. In each case the sample consisted of practically neat cement, which was on that account badly cracked.

3 (0.75 per cent.).—Aggregates containing excess of vegetation, such as leaves and grass, which resulted in physical weakening of the concrete quite apart from the effect of organic matter on the cement.

1 (0.25 per cent.).—Failure due to an aggregate containing free lime causing blowing and disruption of the concrete.

1 (0.25 per cent.).—Failure caused by lack of sufficient cover for the reinforcement, resulting in the oxidation and consequent expansion of the steel.

1 (0.25 per cent.).—The only instance of faulty cement. The cement was quick setting and the concrete could not be released from the skips.

As has been mentioned, in 90 per cent. of the samples of concrete there were found at least two definite faults, but in many cases there were more than two adverse influences affecting the results. Below are given a few details of particular cases where failure was due to a combination of factors.

Failure to Harden.

A failure was investigated in which the concrete had failed to harden satisfactorily and was very weak. On analysis the proportions which had been used were found to be 3.2 parts of slag, 0.8 parts of sand, and 1 part of cement. The grading of the aggregate was poor, there being no intermediate material, the sand was unduly fine and contained an excess of loam, and there was insufficient sand present. Furthermore the analysis revealed the presence of a trace of sulphur as sulphide and sulphuric anhydride at least 2 per cent. in excess of the usual amount due to the cement. To add to the other troubles the cement was over aerated although tests showed it to be still well up to B.S.S. It was found later that the cement had been stored on the job for some time under bad conditions. It was not surprising with all these faults present that the concrete possessed little strength and that the hardening of the cement had been retarded.

In another case where the concrete had failed to harden the colour of the sample was of a light biscuit, due first to the excess of mixing water used, which frequently results in a very light coloured concrete, and second to excess of clay in the aggregate. When the concrete was cracked the stones could be picked out quite cleanly, leaving behind cavities lined with clay which had originally been in the form of a film around the stones. The concrete had been badly mixed and the aggregates indifferently graded, with the result that bridging had occurred and many voids formed.

In still another case in which the concrete had failed to harden satisfactorily failure was due to a combination of the following faults: over-sanded mix; aggregates contained excess of loam and also organic matter; the sand was extremely fine; the mixing had been poor; there were indications that an undue amount of mixing water had been used; the concrete, insufficiently protected, had been attacked by frost. It would be difficult to see how the maker of this concrete could have made many more mistakes, and yet he blamed the cement for the failure.

Grading of and Impurities in Sand.

Some interesting results were obtained during an investigation of the strength of mortars made with three different sands, A, B, and C.

Sand "A" was coarsely graded and contained no loam.

Sand "B" was of almost identical grading to "A" and contained 12½ per cent. of loam.

Sand "C" was finely graded and contained 12½ per cent. of loam similar to that contained in "B."

Cubes were made of 3 parts of each sample of sand respectively to 1 part of rapid hardening Portland cement and were crushed at 24 hours and 7 days.

"A" sand.		"B" sand.		"C" sand.	
24 hrs.	7 days	24 hrs.	7 days.	24 hrs.	7 days.
3,900	9,300	2,300	7,700	1,600	7,000
3,500	9,000	2,250	7,500	1,600	7,000
3,400	8,600	2,200	7,000	1,600	7,000
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
3,600	8,967	2,250	7,400	1,600	7,000
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

It is interesting to note the reductions in strength due separately and distinctly to loam and to too fine a grading. The coarse dirty sand "B," although approximately of the same grading as the coarse clean sand "A," gives appreciably lower results due to the loam content. The fine sand "C" gives lower

results than the coarse sand "B," due to difference in grading since the character and quantity of the loam in each of the sands is the same. In this particular case there was no organic matter present, but it very frequently happens that pit sands containing loam are contaminated with organic matter. In the course of time a deposit of sand or sedimentary rock becomes covered with successive layers of rotting vegetation or peat; rains wash the organic matter out and carry it down into the sand, which, acting as a filter, retains the organic matter and allows the purified water to pass through. It not infrequently happens that the sand at the top of the pit just below the overburden collects most of this vegetable matter, the sand in the lower part being practically free from contamination.

Organic Matter in Aggregate.

Although organic matter is principally found in pit sands and ballasts, instances have occasionally been recorded where other aggregates, such as limestones, granites, and river sands contaminated with organic matter, have caused failures. In one case the concrete of a retaining wall which after nine days had failed to show any signs of hardening was found to have been made of an aggregate consisting of broken brick. This on examination was found to contain none of the usual compounds injurious to cement which are sometimes met with in brick, and it was not until the caustic soda test was applied as a last resource that the surprising presence of organic matter was revealed in such quantities as very seriously to retard the hardening of the cement.

Carbonaceous Matter.

Carbonaceous matter is distinct from organic matter, but when found in sand or aggregate it has a similar effect upon the cement. It is sometimes found in the form of lignite, particularly in the pit sand of Scotland and Ireland. Instances have been known where failure of a concrete to harden and dry-out have occurred in small local patches only, and on examination it was found that the nucleus of these patches consisted of a small piece of lignite. Obviously the more finely divided the lignite the greater will be its distribution throughout the aggregate and the more general and acute will be its detrimental effect.

(To be continued.)

Proposed Cement Society.

Dr. Geoffrey Martin, late Director of Research of the British Portland Cement Research Association, writes:—

"Sir,—Nearly all industries possess a technical society at which papers relating to the technical side of the industry can be read and discussed and criticised, and afterwards published. The cement industry does not possess such a society, yet a large number of people are intensely interested in the technical side, and often have most interesting observations and suggestions to make.

"I am writing to suggest that a meeting be called in London of technical men, manufacturers and managers, with a view to forming such a society, so that they would be able to partake in fortnightly or monthly meetings, and have opportunities of reading papers, discussing them, and meeting other technologists engaged in the same branch of industry. So that the project may be put into practical form, those interested are invited to write to me at 'Woodleigh,' Bassingham Road, Wembley, London, N."

Extension of the Groschowitz Portland Cement Works.

In the spring of 1927 the Silesian Portland Cement Industry A.-G., Oppeln, decided upon a considerable enlargement of their plant at Groschowitz (Upper Silesia). The daily output of the existing thick-slurry plant of 200 tons of cement was to be increased by 500 tons, whilst in the actual project provision was made for a future remodelling of the plant to cope with a daily output of 1,200 tons. The work of excavation was commenced in the autumn of 1927 and by October 1, 1928, the new plant was ready for operation. The entire mechanical equipment for the new works was supplied by Messrs. Fried. Krupp-Grusonwerk, Magdeburg.

The rough-broken raw material is picked up by bucket excavators (Fig. 1) and loaded into swing-tub wagons of 6 tons capacity in which it is transported

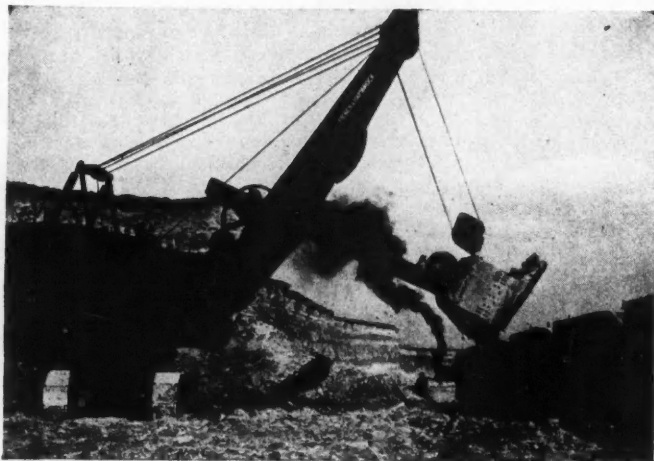


Fig. 1.

to the plant. Here a travelling crane of about 10 tons lifting capacity (Fig. 2) raises the tubs from the underframes and automatically empties their contents into the charging hoppers of two hammer mills, which deal with 250 tons of limestone per hour. Thence the material is fed to the mills at a uniform rate by means of heavy plate-conveyors. A second travelling crane with automatic grab (Fig. 3) transfers the broken limestone from the crushing machines to the storage bunkers arranged above the thick-slurry mills.

These slurry mills, like all the tube mills installed in the new plant, are equipped with the patented "Centra" drive (Fig. 4) in which the grinding drums or tubes are centrally coupled at one end with an enclosed precision reduction gear, the driving shaft of which is flexibly coupled to an electric motor. The mills have a diameter of about 7 ft. 3 ins. and a length of about 42 ft. 6 ins., and function as three-compartment mills. The ground product, a thick-slurry

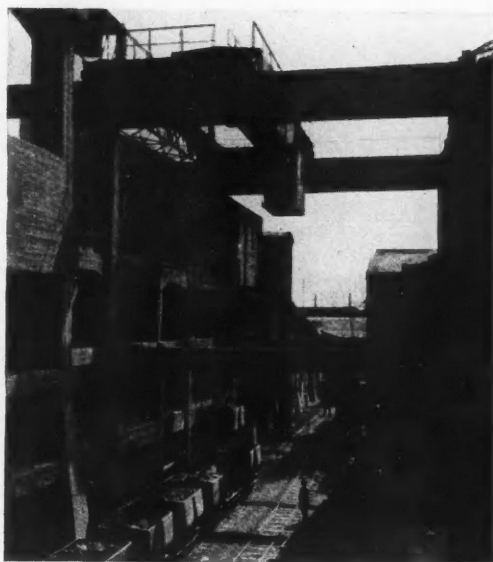


Fig. 2.

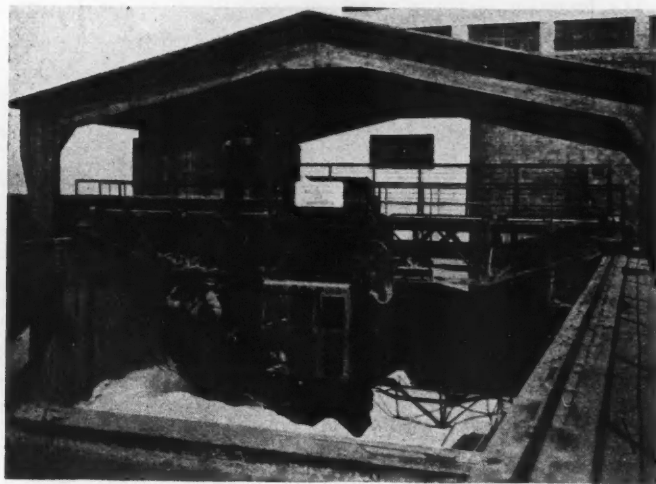


Fig. 3.

with a 40 per cent. water content, yields a 5 per cent. residue on a sieve with 32,400 meshes per sq. in. based on dry screening. Each mill deals with 36 tons of dry raw material per hour, the power consumption amounting to 600 H.P.

The cement raw slurry is delivered by a "Mammoth" dredger into the correcting and mixing basins or tanks, where it is thoroughly mixed by "Mammoth" slurry pumps and compressed air.

The existing rotary kiln, 9 ft. 10 ins. diameter by 164 ft. long, has been augmented by the installation of two further kilns of 10 ft. 10 in. diameter by over 180 ft. long (Fig. 5). The kilns and cooling drums are driven through precision gears, and are supported at certain intervals by strong and adjustable roller bearings on which the riding tyres revolve. These bearings are amply dimensioned and are provided with dipper-ring oil lubrication.

Each of the two new rotary kilns is equipped with a waste-heat boiler of 10,764 sq. ft. heating surface for the utilization of the hot waste gases (Fig. 6). With this waste-heat boiler-plant sufficient steam is raised for driving the new equipment. The flue-gases have a temperature of about 356 deg. F. to 392 deg.



Fig. 4.

F. on leaving the boilers, and are delivered into the chimney by means of two induced-draught blowers.

After the burnt clinker leaves the cooling drums it is automatically weighed and transported to the clinker storage house on a conveyor. In this building is installed a travelling crane of about 98 ft. span and a length of travel of about 328 ft. (Fig. 7), which with an automatic grab of about $5\frac{1}{4}$ cb. yds. capacity, distributes the clinker evenly over the storage area. This arrangement of filling and emptying the clinker store has proved successful, as not only is it possible fully to utilize the whole of the available area of the storage house, but the building remains very free from dust since the clinker is not allowed to fall from any considerable height.

The clinker to be ground is taken from the main store by the grab of the overhead travelling crane and discharged into a storage hopper arranged over conveyors, which, in conjunction with bucket-type elevators, feed it to the cement mills.

At the admission end of each cement mill two rotary plate feeders feed clinker and raw gypsum uniformly and in adjustable proportions to the 3-compartment

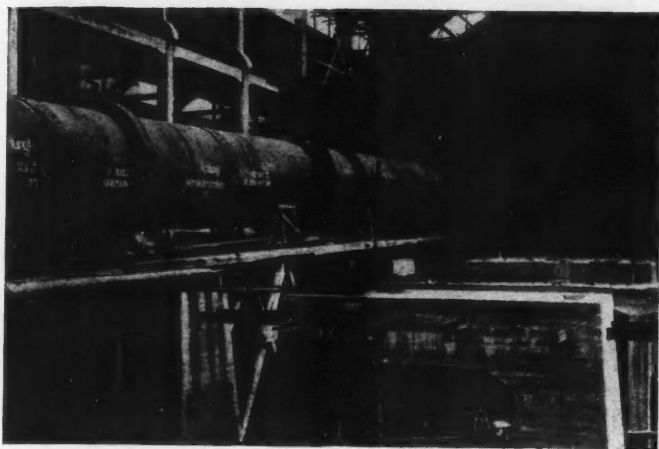


Fig. 5.

compound tube mills, which have a diameter of about 7 ft. 3 ins. and a length of just over 42 ft. 6 ins. Each of these mills is capable of grinding into cement nearly 18½ tons of clinker per hour, the product yielding approximately a 10 per cent. residue on a sieve with 32,400 meshes per sq. in. A very high factor of safety in the working of these heavy mills, as well as greater efficiency, is ensured by the provision of the "Centra" drive, which displaces the hitherto usual circular rack and pinion drive.

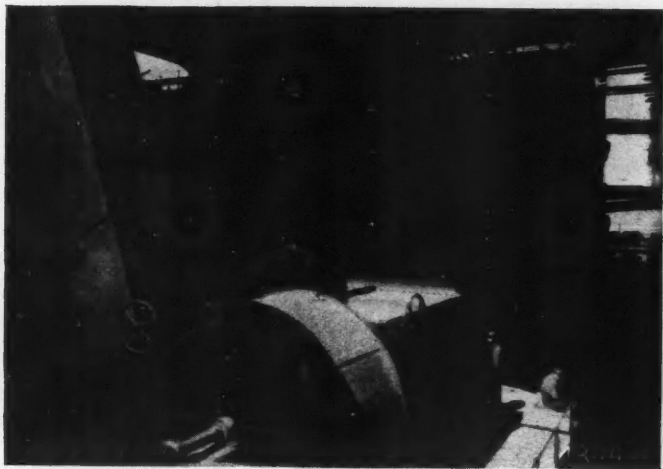


Fig. 6.

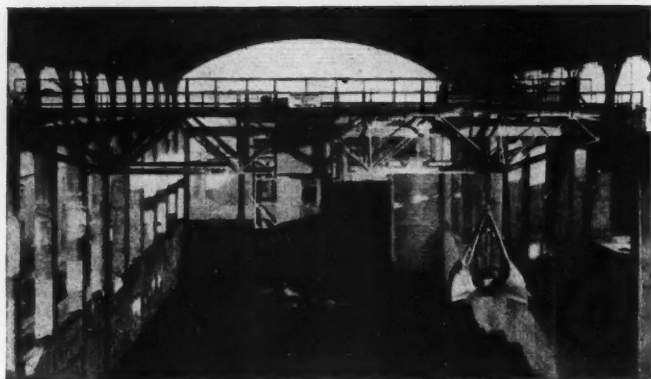


Fig. 7.

To the rear of the mills, which are connected to a modern ventilation and dust removal plant, the ground cement is weighed and then transported by conveyors and bucket elevators to six cement silos, each having a diameter of over 43 ft. and a height of 82 ft. The cement is drawn from the individual bins of the silos by means of transportable tapping or discharge appliances, whilst the four bagging machines, which have an output of 3,600 sacks of 110 lbs. each per hour, are served by worm conveyors and bucket elevators. The sacks or bags, having been filled and packed, are transported automatically by belt conveyors direct to the railway trucks for despatch.

A further travelling crane with automatic grab, working over the coal yard, unloads the coal supplies necessary for firing the rotary kilns, and at the same

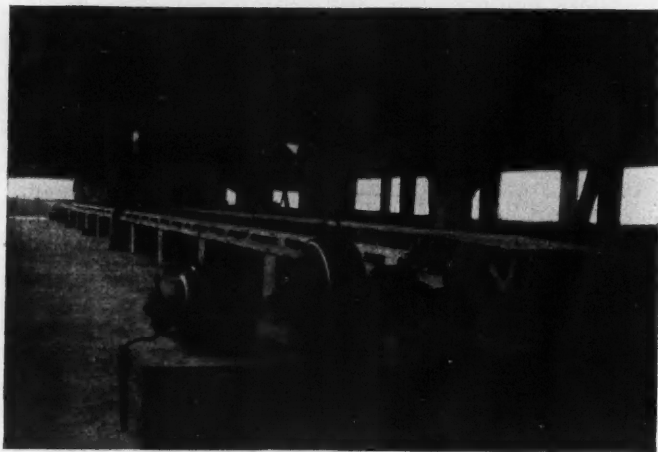


Fig. 8.

time serves the bunkers situated over the coal driers, the latter being of the tubular type and steam heated. The advantages of these new driers are combined easy control and minimum fuel consumption. The particles of coal dust carried along with the steam by the draught in the driers are completely recovered for further use in a separate dust elimination plant.

The coal is pulverised in two tube mills of the 3-compartment type, each of 61 ins. diameter by 29 ft. 6 ins. long, and equipped with the "Centra" drive. The product from these mills yields a 10 per cent. residue on a screen with 32,400 meshes per sq. in. Fuller pumps convey the pulverised coal to the various points where it is to be used.

Practically all the machines have individual drive. Where necessary, the speed of the electric motors is reduced to correspond to that required by the machines by means of Krupp's friction gear (Garrard patent)—Fig. 8—or enclosed precision reduction gear. The driving motors for the mills and hammer-type breakers are wound for high-tension of 5,000 volts whereas the other motors employed in the plant work off a 500-volts A.C. supply.

United States Combination.

The Atlas Portland Cement Co. has been taken over by the United States Steel Corporation, who are already cement producers through their subsidiary company, the Universal Portland Cement Co., with plants at Buffington (Ind.), Universal (Pa.), Morgan Park (Minn.), and Cuyahoga River Valley (Ohio). The deal will be something in excess of \$30,000,000 (£6,147,500), and the present joint capacity of the two companies is 36,500 barrels per annum. The Atlas Co. has plants at Northampton (Pa.), Leeds (Ala.), Hannibal (Mo.), and Coplay (Pa.). It also controls the New York and New England Cement and Lime Co., with a plant at Hudson (N.Y.), and is erecting a 1,000,000-barrel plant at Waco (Texas), a 875,000-barrel plant at Rochester (Minn.), another at Independence (Kansas), and another in Cuba. The terms of the exchange is on the basis of five Atlas shares for one U.S. steel share.

ADVERTISEMENTS.

All enquiries regarding advertisements in CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE should be addressed to Concrete Publications, Limited, 20, Dartmouth Street, London, S.W., England.

All advertisement copy should reach this office not later than the last day of the month preceding publication. If new copy is not received by that date the publishers reserve the right to repeat the previous copy.

In the case of advertisements to be printed in more than one language, the translations should be supplied by the advertiser. If desired, the publishers will undertake this translation work, but only on the understanding that they accept no responsibility for its accuracy.

Notes from the Foreign Press.

Abstracted by J. W. CHRISTELOW, B.Sc.

Rapid Determination of the Lime Content of Portland Cement for Works Control. C. H. ROGOZINSKI. *Zement*, Vol. 18, p. 1,464, 1929.

A sample of the cement is passed through a sieve having 250 meshes to the linear inch, 0.65 g. of the sieved cement is well mixed with 4 cc. water in a 400 cc. conical flask, and 20 cc. normal HCl is added, stirring until all cement particles are dissolved. Dilute to 200 cc. with boiling water and boil for one minute. Add a few drops of phenolphthalein solution and rapidly titrate the hot liquid with N/2 NaOH to within about 0.5 cc. of the end point. Then add NaOH, two drops at a time, stirring well and allowing the precipitate to settle after each addition. Then view the light transmitted by the contents of the flask by examining the shadow cast by the flask on a white paper placed behind it. When the lower layer takes on a distinct pink shade as compared with the upper layer, read the volume of NaOH used. Repeat the determination and take the mean of the two results.

The lime content of a cement is calculated as follows: 0.65 g. of a cement whose lime content is known by analysis to be, say, 66 per cent., is treated as above, and requires, say, 10 cc. NaOH. Then repeat with 0.6652 g., 0.6348 g. and 0.6196 g. of the same cement, i.e. quantities which differ in CaO content by 0.01 g., 0.02 g., etc., corresponding to 1 per cent., 2 per cent., etc., of CaO. Suppose the corresponding volumes of N/2 NaOH required are 9.3, 10.7 and 11.4 cc. respectively; i.e. 1 per cent. difference in the lime content of the cement corresponds to 0.7 cc. NaOH, or 0.1 per cent. $\text{CaO} = 0.07 \text{ cc. NaOH}$. A table can thus be drawn up from which the lime content of the cement under test can be read direct. Experience in several works shows that the method gives satisfactory results to an accuracy of 0.1 per cent. CaO.

Effect of Water-storage in Dissolving Alkaline Substance from Mortar Test-pieces. G. KATHREIN. *Zement*, Vol. 19, p. 2, 1930.

A series of tests was carried out which confirm Hundeshagen's conclusion that the water storage of cement and cement-mortar test-pieces has an appreciable effect on the test results (particularly tensile), due to the solution of lime. The experiments deal also with the effects of various types of ground stone on the properties of the mortar. Portland and high-alumina cements were used, and the changes in length of Bauschinger prisms of neat cement and 1:1 ground stone mortar were followed over 21 weeks storage, viz. 1 week in moist air, followed by 9 weeks under room conditions, 3 weeks in tap water, 5 weeks in saturated lime water, and a further 3 weeks in tap water.

With Portland cement, replacing tap-water by lime-water converts a pronounced expansion to a contraction, while, on reverting to tap-water, expansion again sets in. It is concluded that the solution of alkaline ingredients from the test-pieces by the tap-water may have a definite effect on the test results, and that this possibility should receive consideration when the specification is revised.

The case is different for aluminous cement. The expansion occurring when the test-pieces are stored in tap water is in general continued in lime-water. The

shrinkage of aluminous cement in 10 weeks' storage in air is only about two-thirds that of Portland cement.

The ground stones used vary somewhat in their effect on shrinkage and swelling for both cements. With both Portland and aluminous cements kaolin accentuates, while marble minimises, the volume changes.

Thermostatic Device for Containers for the Water Storage of Cement Test-pieces. A. GUTTMANN. *Zement*, Vol. 19, p. 24, 1930.

Details are given of a device for maintaining the temperature of water containers between 17 and 20 deg. C., as required by the new conditions of the German standard specifications. The device consists essentially of four 125-watt electric heaters suspended in pairs from two floats in a 150-litre container. A mercury thermometer (with protected bulb) has a platinum contact melted in at, say, 19 deg. C., so that when the mercury reaches this temperature the mercury-platinum contact closes the circuit of a relay which cuts out the heating current. A stirring arrangement is driven by a small motor in parallel with the heaters. The temperature of the bath can be maintained constant to 1/5 deg. C. The heating period is 3 minutes every 30 minutes, and the consumption 1.2 kW-hour per day.

Comparison of Ordinary and Phosphate-containing Gypsum as Retarders.

A. DAHLGREEN. *Zement*, Vol. 19, p. 28, 1930.

Phosphate-containing gypsum acts more strongly as a retarder of set gypsum than ordinary gypsum. The strength of the cement at 3 and 7 days is lowered accordingly, but recovery occurs later and the 28-day strength is normal. As expected, additions of 3 per cent. gypsum and over gave better results than smaller quantities. Additions of 2 per cent. and 3 per cent. of normal and phosphate gypsum to a cement gave the following results:—

Per cent.	Setting Time		Tensile Strength		
	Initial	Final	lb. per sq. in.		
	hr. min.	hr. min.	3 days	7 days	28 days
2 normal gypsum ...	4 35	6 25	341	441	573
2 phosphate „ ...	6 25	7 25	242	445	563
3 normal „ ...	3 50	4 55	455	540	556
3 phosphate „ ...	6 45	7 45	378	520	522

The use of phosphate gypsum, alone or mixed with ordinary gypsum, gives a convenient means of retarding set in hot weather. With high-limed cements, however, its use may result in reduced tensile strength.

Introduction of Raw Material Slurry to the Rotary Kiln. E. SCHIRM. *Tonind. Zeit.*, Vol. 54, p. 8, 1930.

Describes a number of recently patented methods of feeding raw material slurry to the rotary kiln, the object of which is to increase the area of contact between slurry and hot gases and thus improve the heat exchange.

Under German Patent No. 425,846, the slurry is introduced as sprays under pressure through a number of rotating nozzles directed perpendicular to the kiln axis. The kiln head is widened, reducing the gas velocity and the loss of raw material in the exit gases.

German Patent 421,551.—The slurry is introduced at the burning end of the kiln, the coal-feed pipe encircling the slurry-feed pipe. The pressure is

sufficiently high to convey the slurry in a compact jet through the clinkering zone, beyond which the spray spreads so as to fill the entire cross-section of the kiln.

British Patent 284,276.—The slurry is fed through a simple pipe and dammed by a ring in the kiln head. A number of discs, fixed to a rapidly-revolving shaft, rotate in the slurry and throw it out over the cross-section of the kiln. A series of thin discs of spray is thus exposed to the hot gases.

German Patent 478,632.—Several conical jets introduced from the kiln-head at different angles impinge on one another. The consequent interference forms a cloud of spray over a much greater length of kiln than if a single jet were used.

German Patent 426,700.—The slurry is passed through a centrifugal drier and thence to a container. This latter feeds an extrusion press which forces a rope of plastic slurry into the kiln, where it is broken up.

American Patent 1,640,528.—A feed for introducing slurry under pressure consists of a cylinder capable of rotation, similar to a revolver magazine, containing a number of holes of different diameters. Any hole can be connected to the slurry container according to the rate of feed desired. The device minimises the wearing action of slurry under pressure on sharp edges, valves, etc.

"False Set" of Portland Cement.

By D. K. MEHTA.

(Chief Chemist, United Cement Company of India.)

IN view of the interest taken in your journal by cement manufacturers in India, a contribution from me to the discussion started in your columns regarding the "false set" of cement may be of interest to your readers.

It is claimed by one correspondent (April, 1929) that this "false set" can be induced artificially in any well-made cement by raising the finish end mill heats to sufficiently high temperatures, i.e. 230 deg. F. and above, and the explanation given is that "the entirety of the gypsum becomes converted to anhydrite, thus losing its solubility and speed of reaction efficiency as a retarder." If this statement were accepted as representing true facts we in India would always be making cement having this "false set," as I doubt whether any plant in India can grind cement at a lower temperature than 230 deg. F. without some cooling arrangement of the mill; the writer knows of a case of cement issuing from the mill end at a temperature of 300 deg. F. and above possessing quite a normal set.

The explanation that the high grinding temperature in the mill is the cause of the "false set" or of the quick set, as is alleged by this correspondent and also by "C.E.H." in your May, 1929, issue, is not fully convincing, as the data collected by the writer in his experience does not go to corroborate it. If the high temperature of cement in the grinding mills is accompanied with quick set, then the fundamental cause is rather to be sought in the quality of the clinker; that is to say, in the physical conditions affecting the burning in the kiln, etc. It is just possible that the high temperature may be a contributory cause to the quick set in case of clinker which to all outward appearance seems to be quite well burnt but which is not subjected to the right temperature in the clinkering zone or has not been in that zone for a sufficiently long time. It would be difficult to prove this to be the right explanation, but the fact that

well-burnt clinker ground at a temperature of 300 deg. F. and above is not quick setting appears to prove conclusively that high temperature is not the main cause of either the false or the quick set. The writer once came across the "quick set" difficulty which gave a lot of anxiety and trouble and which was ultimately remedied by lowering the temperature of the grinding mill. But when, later on, the question of temperature was disregarded and the temperature carried to over 300 deg. F. over a long period, and no quick set developed, it was conclusively proved that in the first case the fundamental cause must have been the physical conditions affecting the burning in the kiln (the chemical composition and the grinding fineness of the slurry being the same in both the cases).

The general explanation given in support of high temperature being responsible for the quick set is that the gypsum gets dehydrated either partially or entirely. Suppose it did, would it affect the setting time? It should not, as any form of calcium sulphate should be as good a retarder as gypsum. R. K. Meade, who has carried out in practice his experiments on gypsum-anhydrite mixtures as retarders says: "The continued and increasing use of this rock (gypsum-anhydrite) is proof that it has the proper qualities as a retarder. . . . Regardless of all laboratory tests the impressive record of actual use of gypsum-anhydrite mixtures is the best possible evidence of their value."* It would be both interesting and instructive if the manufacturers who have experienced this difficulty of setting time were to describe their experiences and suggest possible lines of investigation.

While on this subject I would like to touch upon one peculiar phenomenon that I have met in my examination of the initial set. There are some samples which show by the Vicat needle the initial set to have occurred in ten to fifteen minutes, but if the observations are prolonged it is found after fifteen minutes more the Vicat needle penetrates to the full extent, thus showing that the initial set observed in the first instance was false and that the second set occurs quite normally in about 70-100 minutes. It would be interesting to know if others have come across such a behaviour of cement.

As regards the query put by "C.E.H." in connection with the setting time, "Is the B.S.S. to cover ordinary and rapid-hardening Portland cements alike?" it is difficult to see why it should not. Rapid-hardening cement differs from ordinary cement in its hardening properties only and not in its setting properties. A quick-setting cement will always be quick setting no matter what percentage of water is used in gauging or how long the gauging is carried on. If a cement gives normal setting time (i.e. above 30 minutes) by using more water or by an extended gauging it is clearly not quick setting irrespective of its being rapid hardening or not.

* For details of the experiments, see *Rock Products*, Nov. 24, 1928, pp. 55-58.

Notice.

All articles published in *CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE*, in whatever language, are strictly copyright and may not be reprinted in other journals or in the form of catalogues without the permission of the proprietors, Concrete Publications Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, England.

The Japanese Portland Cement Industry.

THE following particulars relating to Japanese Portland cement works are published by the Japanese Portland Cement Association dated November, 1929. The increase in the industry during the past few years is shown by the following table:—

Year.	Capital Invested. £	Cement Production. Tons.
1920	3,959,984	1,350,598
1921	4,726,069	1,551,133
1922	5,133,395	1,856,860
1923	5,574,525	2,239,045
1924	6,557,500	2,195,434
1925	6,627,133	2,504,132
1926	7,772,932	3,200,844
1927	9,985,047	3,527,979
1928	11,061,300	3,820,671

The improvement in the quality of Japanese Portland cement is shown in the following table, giving a summary of the changes in the Government specifications from 1905 to date:—

Date of revision.	Fineness	1 : 3 mortar				Neat cement
		Compressive strength kg/cm ²		Tensile strength		Tensile strength kg/cm ²
		7 days.	28 days.	7 days.	28 days.	7 days.
Feb., 1905	Residue on 900/cm ² sieve (the diameter of the wire is 0.1mm.) 10%	—	120	7	15	25
Dec., 1909	Residue on 900/cm ² sieve (the diameter of the wire is 0.1 mm.) 5%	—	120	8	16	25
June, 1919	Residue on 900/cm ² sieve (the diameter of the wire is 0.1 mm.) 3%	—	140	10	18	30
April, 1927	Residue on 4900/cm ² sieve 17%	—	210	14	21	40
Under revision	Residue on 4900/cm ² sieve 12%	220	300	20	25	—

In the following notes are given details relating to the plants now in operation in Japan.

Asano Portland Cement Co., Ltd.

Factories at Tokyo, Moji, Hokkaido, Kawasaki, Taiwan, Osaka, Nishitama. Total capacity 5,700 tons a day.

Tokyo Works.—Dry process. Raw materials: quicklime and clay. Crushing plant: two single-roll crushers, 2 ft. by 2 ft. 8 in.; one screw mill, 18 ft. Raw mills: eight double hard mills, 5 ft. 6 in. by 10 ft. 9 in.; eight selectors, 8 ft. 7 in. Four rotary kilns, 7 ft. 6 in. by 110 ft. One coal drier, 5 ft. 6 in. by 56 ft.; one coal mill. Finishing mills: three compeb mills, 6 ft. 6 in. by 22 ft. 6 in. Three Bates' packers.

Moji Plant.—Dry process. Raw materials: limestone, clay, ganister and slag. Crushing plant—for clay: one single-roll roll crusher, one Frett mill, two hammer crushers; for limestone: two screw mills. Raw mills: four compeb mills, 7 ft. by 24 ft.; one double hard mill, 5 ft. 9 in. by 12 ft. Kilns: four rotary kilns, 12 ft. 6 in. by 10 ft. by 210 ft.; five rotary kilns, 7 ft. by 80 ft. Three coal driers, 5 ft. 4 in. by 60 ft. Two coal mills, 6 ft. 6 in. by 36 ft. Finishing mills: five compeb mills, 7 ft. by 24 ft.; one slag tube mill, 6 ft. by 32 ft.; one Unidan mill, 7 ft. 4 in. by 4 ft.

Hokkaido Plant.—Dry process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for clay: one hammer crusher, one jaw crusher; for limestone: two screw mills. Raw mills: seventeen Fuller mills, 3 ft. 4 in. Kilns: two rotary kilns, 6 ft. 6 in. by 100 ft.; one rotary kiln, 8 ft. 6 in. by 190 ft. Fuel handling: two Ruggles-Cole's coal driers, 3 ft. 5 in. by 57 ft.; four Fuller mills, 3 ft. 4 in. Finishing mills: four compeb mills, 6 ft. 7 in. by 22 ft. 6 in. Packing house: twenty oscillating barrel packing machines; three Bates' packers.

Kawasaki Plant.—Dry process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for clay: one single roll crusher, two hammer crushers, five double roll crushers; for limestone: five Gates' crushers. Raw mills: ten hard mills, 5 ft. 9 in. by 11 ft. 9 in.; one Unidan mill, 7 ft. 4 in. by 40 ft.; two compeb mills, 7 ft. by 24 ft. Kilns: two rotary kilns, 9 ft. by 180 ft.; two rotary kilns, 9 ft. by 210 ft. Fuel handling: two Ruggles-Cole's coal driers, 6 ft. by 60 ft.; seven Fuller mills, 3 ft. 5 in. Finishing mills: one compeb mill, 6 ft. by 22 ft.; five compeb mills, 7 ft. by 24 ft. Packing house: eighteen oscillating barrel packing machines; four Bates' packers; two rotary packers.

Taiwan Plant.—Dry process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for clay: two screw mills; for limestone: one Gates' crusher. Raw mills: four double hard mills, 5 ft. by 11 ft. Kilns: one rotary kiln, 8 ft. 6 in. by 170 ft. Fuel handling: one Ruggles-Cole's coal drier, 5 ft. 8 in. by 47 ft.; one Fuller mill, 3 ft. 6 in.; two Fuller mills, 2 ft. Finishing mills: one ballpeb mill, 6 ft. 5 in. by 17 ft.; one combined tube mill, 6 ft. 6 in. by 22 ft. 6 in.; one double hard mill, 5 ft. by 10 ft. 9 in. Packing house: eight oscillating barrel packing machines; one Bates' packer.

Osaka Plant.—Dry process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for clay: one double roll crusher; for limestone: one jaw crusher. Raw mills: one ball mill, 7 ft. by 22 ft. Kilns: two rotary kilns, 7 ft. 5 in. by 125 ft. Fuel handling: two rotary coal driers; one tube mill, 5 ft. by 20 ft. Finishing mills: one compeb mill, 7 ft. by 24 ft. Packing house: two barrel packers; one Bates' packer.

Nishitama Plant.—Wet process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for clay: two hammer crushers; for limestone: one McCully crusher. Raw mills: three tube mills, 37 ft. by 6 ft. 9 in. Kilns: two rotary kilns, 185 ft. by 9 ft. 6 in. by 10 ft. 6 in. Two coal driers, 57 ft. by 5 ft. 6 in.; two tube mills, 22 ft. 6 in. by 6 ft. Finishing mills: three tube mills, 37 ft. by 6 ft. 9 in. Packing house: two Bates' packers.

Chichibu Cement Co., Ltd.

Daily output: 1,200 tons. Dry process: four sets; wet process: one set. Raw materials: hard limestone and shale.

Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha.

Wet process. Raw materials: muddy lime (by-product of ammonium sulphate manufacturing) and clay (quarried in Amakusa Island, forty miles off the coast). Crushing plant: tube mill, 4 ft. by 13 ft.; tube mill, 4 ft. 3 in. by 23 ft. 6 in. One rotary kiln, 140 ft. by 7 ft. Finishing mills: two combined tube mills, 5 ft. 9 in. by 22 ft. 6 in.

Hitachi Cement Co., Ltd.

Daily output: 110 tons. Dry process. Raw materials: limestone and clay. One limestone crusher, one jaw crusher, one clay crusher, one roll crusher. Raw grinding mills: one 5 ft. 6 in. by 26 ft. compartment ball tube mill. Rotary kiln: one 120 ft. by 8 ft. Coal crusher: 4 ft. 6 in. by 15 ft. ball tube mill. Finishing mill: one 8 ft. edge-runner; one 5 ft. 6 in. by 26 ft. compartment ball tube mill; one 7 ft. 4 in. by 31 ft. compartment ball tube mill under construction.

Hokoku Cement Co., Ltd.

Daily output: 1,100 tons. Dry process. Raw materials: clay, limestone, pyrite cinder or copper slag. Kilns—Moji plant: four sets. Nagoya plant: two sets. Saga plant: two sets. Fuel handling—coal drying machines: Moji plant, three; Nagoya plant, two; Saga plant, one. Coal grinding machines: Moji plant, four; Nagoya plant, four; Saga plant, one.

Iwaki Cement Co., Ltd.

Annual output: 450,000 tons.

Mikawa (Portland) Cement Co., Ltd.

Daily output: 110 tons. Dry process. Raw materials: limestone and clay.

Nanao Cement Co., Ltd.

Daily output: 540 tons. Wet process. Raw materials: calcareous sandstone diatom earth and high alumina clay. Crushing plant: one Titan crusher for sandstone; one Titan crusher for calcite. Raw mills: two Solo mills, 37 ft. by 6 ft. 9 in. Kilns: two Solo kilns, 215 ft. Fuel handling: a specially-designed coal drying and pulverising plant, with two drying drums and two Solo mills. Finishing mills: two Solo mills, 40 ft. by 6 ft. 9 in. Packing house: one Bates' packer; three Exilor packers.

Nippon Cement Co., Ltd.

Daily output: 950 tons. Dry process. Raw materials: limestone and clay. Crushing plant—for limestone: one 20-in. McCully crusher; one McCully crusher No. 8; one hammer crusher, 36 in. by 48 in. For clay: one single-roll crusher, 24 in. by 32 in.; two hammer crushers. Raw mills: two compeb mills, 7 ft. by 26 ft.; two combined tube mills, 7 ft. by 24 ft.; four separators, 14 ft. diameter. Rotary kilns: two, 8 ft. by 125 ft.; two, 7 ft. 6 in. by 125 ft.; two, 10 ft. by 164 ft. Fuel handling: one coal drier, 5 ft. by 50 ft.; one double-shell coal drier, 6 ft. 8 in. by 45 ft.; two tube mills, 5 ft. by 22 ft.; one combined tube mill, 6 ft. by 18 ft. Finishing mills: two compeb mills, 7 ft. by 26 ft.; two combined tube mills, 7 ft. by 26 ft.; two separators, 14 ft. diameter. Packing house: two Bates' packers; six barrel packing machines.

Nippon Chisso Hiryo Kabushiki Kaisha.

Daily output: 120 tons. Semi-wet process. Raw material: Calcium hydroxide, clay, ganister and pyrite cinder. Crushing plant: two calcium hydroxide crushers; one roll crusher. Raw mills: two rotary kilns; two mixed tube mills; one clay drier; three tube mills. Fuel handling: four coal pulverisers; one coal drier. Finishing mills: four cement tube mills. Packing machines: two.

Oita Cement Co., Ltd.

Annual output: 515,000 tons. Dry process. Raw materials: limestone, clay, silica clay and gypsum. Driers: six rotary clay driers. Crushing plant: six Gates' crushers. Raw mills: four compeb mills; one compartment mill; two tube mills. Rotary kilns: eight sets. Fuel handling: four rotary driers; five crushers. Finishing mills: four compeb mills; one combined tube mill; two tube mills. Packing house: twenty barrel packing machines; eleven bag packing machines; one Bates' packer.

Onoda Cement Co., Ltd.

Annual output: 1,050,000 tons.

Osaka Yogyo Cement Co., Ltd.

Daily output: 860 tons. Dry process. Raw material: hard limestone, shale, alumite and waste products of alum manufacture. Crushing plant—for limestone: two jaw crushers, 40 in. by 30 in.; two hammer mills, 48 in. by 32 in.; for shale: roll crusher, 56 ft. by 18 in. Crushing and raw mills at factory: one jaw crusher, 30 in. by 40 in.; two hammer mills, 48 in. by 32 in.; two clay and stone driers, 8 ft. by 70 ft.; one 6 ft. by 21 ft. primary clay grinding compartment mill; two primary stone-grinding compartment mills, 7 ft. by 26 ft.; one mixing and finish grinding mill, 7 ft. by 26 ft.; one wet raw grinding compartment mill, 7 ft. by 26 ft.; one wet regrinding mill, 4 ft. 6 in. by 22 ft.; four 14-ft. selectors. Rotary kilns: two 10 ft. by 11 ft. by 200 ft.; one 10 ft. by 11½ ft. by 212 ft.; two rotary coolers, 9 ft. by 50 ft. Fuel handling: two double-shell driers, 6 ft. by 60 ft.; two compartment mills, 6 ft. by 21 ft.; finishing mills: four compartment mills, 7 ft. by 26 ft., with wind selectors, 14 ft. Packing house: twenty-four vibration barrel packers; four 2-tube Bates' sack packers.

Toa Cement Co., Ltd.

Annual output: 120,000 tons. Raw material: limestone and clay. Crushing plant—for limestone: one gyratory crusher, one jumbo crusher; for clay: one roll crusher, 2 ft. by 3 ft.; one drier, 6 ft. by 60 ft.; for limestone and clay mixed: one compeb mill, 7 ft. by 24 ft. Kilns: one rotary kiln, 10 ft. by 164 ft. Fuel handling: one Ruggles-Coles drier, 4 ft. by 20 ft.; two Fuller mills, 33 ft.; one tube mill, 5 ft. by 15 ft. Finishing mills: one compeb mill, 7 ft. by 26 ft. Packing house: ten barrel packers; one Bates' 4-tube packer.

Ube Cement Manufacturing Co., Ltd.

Daily output: 520 tons dry process; 550 tons wet process. Raw materials: hard limestone, shale, ganister (high silica clay), iron pyrite, gypsum. Crushing plant: one crusher, 2 ft. by 5 ft. Raw mills—for dry process: three compeb mills, 6 ft. 6 in. by 22 ft. 6 in.; for wet process: two central drive tube mills, 6 ft. 9 in. by 40 ft. Rotary kilns—for dry process: two rotary kilns, 9 ft. 4 in. by 155 ft., 75 h.p.; wet process: two kilns, 10 ft. 8 in. by 8 ft. 4 in. by 300 ft. Finishing mills: one compeb mill, 6 ft. 6 in. by 22 ft. 6 in., with 450-h.p. synchronous motor; two central drive tube mills, 6 ft. 9 in. by 25 ft., with 500-h.p. induction motors. Packing house: four 4-tube Bates' packers; fifteen barrel packing machines.

Welfare of Workers in Cement Works.

PROPOSED HOME OFFICE ORDER.

THE Home Secretary gives notice that, in pursuance of the powers conferred on him by Section 7 of the Police, Factories, etc. (Miscellaneous Provisions) Act, 1916, he proposes to make an Order to apply to all factories and workshops in which the manufacture of Portland cement or cement of a similar character is carried on. The terms of the draft have been settled after discussion with the National Joint Industrial Council for the Cement Manufacturing Industry, and are in accordance with the views expressed by the Council. Under the provisions of the Act it is necessary formally to give notice that any objection to the proposed Order must be sent to the Secretary of State at the Home Office, Whitehall, London, S.W.1.

The proposed Order is as follows:—

(1) The occupier shall provide and maintain in good condition: (a) Water-tight thigh boots for persons employed in processes involving standing in slurry, mud or water; (b) suitable goggles for persons who are exposed to coal or cement dust to a considerable extent; (c) suitable waterproof coats for persons who may be required to work regularly in the open during rainy weather; (d) suitable overalls and head coverings for female workers employed in cleaning or repairing sacks.

(Continued on page 313.)



FANS

FOR INFINITE APPLICATIONS

SIROCCO Fans are made in a large number of sizes and in a wide range of designs to suit every possible fan application. They are used for Ventilation, Dust Removal, Boiler Draught, etc., and, in fact, for every purpose for which a fan can be employed.

Write for Descriptive Catalogue No. 4.

DAVIDSON & Co., LTD.

Sirocco Engineering Works - Belfast

LONDON, MANCHESTER, CARDIFF, BIRMINGHAM, GLASGOW, NEWCASTLE, BRISTOL.

(2) The occupier shall provide and maintain for the use of all persons employed in cleaning or repairing sacks, suitable accommodation for clothing put off during working hours. The accommodation so provided shall be made secure and shall be kept clean.

(3) The occupier shall provide facilities for sitting for all the female workers whose work is done standing, so as to enable them to take advantage of any opportunities for resting which may occur in the course of their employment.

(4) The occupier shall provide and maintain for the use of all workers, except those employed in continuous processes, a suitable and adequate messroom which shall be furnished with (a) sufficient tables and chairs or benches, and (b) adequate means of warming food and boiling water. The messroom shall be sufficiently warmed for use during meal intervals. The messroom shall be placed under the charge of a responsible person, and shall be kept clean.

(5) The occupier shall provide and maintain in the works for the use of all persons employed suitable washing facilities conveniently accessible and comprising a sufficient supply of basins and clean water. The facilities so provided shall be placed under the charge of a responsible person, and shall be kept clean.

Book Review.

"Excavating Machinery." By W. BARNES, M.I.Mech.E. (London: Ernest Benn, Ltd. Price 42s. net.)

Cement manufacturers should find this book of use when problems arise concerning the installation of new plant or the replacement of old machines. The choice of power for working excavating machinery engaged on getting chalk, limestone, or clay is often restricted. Where this is not the case the relative prices of different fuels are important factors. The author gives in detail the necessary information to enable the manufacturer to make the comparisons required. The steam or oil-driven navvy, drag-line excavator, and grabbing crane are described at length, and valuable hints are given on the purchase, erection, and use of these three types of excavators. The author also deals with the important subject of arranging the tracks and trains of wagons so as to avoid delay to the excavator. The subject of quarrying is treated at considerable length.

New Cement Plant at Cuba.

The Atlas Portland Cement Company is to erect a cement plant near Havana. There is already one cement factory in Cuba, a subsidiary of the International Portland Cement Company.

Trade Notice.

International Combustion, Ltd., Grinding and Pulverising Offices, is now known as Mining and Industrial Equipment Ltd. The address (11, Southampton Row, W.C.1) remains the same.

Notes from Abroad.

Cement Capacity in the Argentine.

We are advised that the present capacity of the cement industry in the Argentine is as follows:—S.A. Fabrica Nacional de Cemento Portland, Cordoba—capacity, 10,000 tons per annum; Compania Argentina de Cemento Portland, Sierras Bayas—capacity, 255,000 tons per annum; Fabrica de Cemento "Sigma," Cordoba—capacity, 7,200 tons per annum; Sociedad Anonima Loma Negra, Loma Negra—capacity, 60,000 tons per annum.

It is also reported that the firm of Juan Minetta y Cia of Cordoba has under construction a new plant with two rotary kilns and an estimated annual capacity of 144,000 tons. Three other works are said to be projected by unnamed parties, one with a production of 60,000 tons at Cordoba, one with a production of 50,000 tons at Parana, and one with a production of 30,000 tons at Tucuman.

We are also informed that a deputation has been received by the Minister of Public Works requesting an increase of the duties on imported cement and that the four million pesos which the Government still owes for the delivery of cement for public buildings be paid.

Notes from Belgium.

The Ciments Portland De Buda company, which is controlled by the "Arbed" finance concern, has passed into the hands of the C.B.R. group. It would appear that while the capital will remain in the hands of "Arbed" the control of the plant will be left to the C.B.R.

"C.B.R. Exportations" is the title of an export organisation set up by the C.B.R., and which has the support of the Meuse-Brabant Co., Ciments d'Obourg, Ciments de Lannaye, Ciments Liégeois, and the Cannon Brand Company. It is anticipated that within a short time most of the Belgian export trade will pass through the hands of this new organisation.

Ciments Meuse Brabant shows a decreased profit for the financial year of 1928/29 of 1,105,267 frs. (£6,300), and the dividend has been reduced from 55 frs. to 42.50 frs.

For a similar financial year the Ciments Liégeois company shows decreased profits, the decrease in this case being from 5,129,594 frs. (£29,300) to 2,725,050 frs. (£15,500). The dividend has been reduced from 60 frs. to 25 frs.

Extensions in Belgian Congo.

Although the Ciments du Congo company showed a loss on its trading operations last year, the factory at Lukuala (near Thysville) is having its output increased from 25,000 to 36,000 tons per annum. The company proposes eventually to increase its capacity to 50,000 tons.

Proposed New Cement Works in Brazil.

The mineral wealth of Parana has recently been the subject of study by geologists, who have discovered a large deposit of lime and clay. The Government of the State is much interested in the industrialisation and development of this deposit, and has in consequence extended the railway, Basilio-Januarao, so as to touch these lime fields. Large deposits of limestone have also been

discovered in the neighbourhood of Cap Frio to the north-east of Rio de Janeiro. Representatives of Messrs. Heilbronner & Dick, of Sao Paulo, and Messrs. Gortz & Woodger have completed plans for the erection of a large cement factory on the lagoon of Cabo Frio. It is stated that agreements in connection with this factory are already signed.

The Cement Industry in Formosa.

Exports of cement from Formosa last year decreased in value from Yen 1,068,000 (£107,000) to Yen 779,000 (£77,950). Imports increased by Yen 400,000, mostly from Japan. The factory at Takao is being enlarged at a cost of two million Yen, and when completed next year its output will be increased to 1,500,000 casks per annum, much of which will be needed in the next few years for the Lake Candidius power scheme.

The German Cement Industry.

In the course of an article in "Deutsche Allgemeine Zeitung," Dr. Riepert states that German cement sales in 1929 fell off for the whole Government territory by between 5 and 10 per cent. compared with the previous year. The industrial territory of West Germany showed a particularly sharp fall in sales. The utilisation of output in the cement industry (in the year 1928 already no more than about 60 per cent.) fell still further in 1929. It is greatly to be regretted that new cement factories are still being erected, for this still further reduces the already scarce capital of the common industry, and, as experience has shown, this leads to the complete loss of invested capital. Prices during 1929 remained firm in accordance with the stabilised rate. In spite of the increase in upkeep charges, there was no corresponding increase in price; on the contrary, there were many cases of small rebates. Exports have risen somewhat, though to a lesser degree than imports; this clearly shows the effect of making separate commercial agreements in the cement industry. Little can be said on the prospects of the cement industry for 1930. One thing is clear; although a strict reduction of expenditure is urgent, too rigorous a throttling of building activity would prove a false policy.

The West German Cement Association.

On December 18 a meeting of the West German Syndicate took place, according to the journal "Industrie und Handelzeitung," at which negotiations concerning the continuation of the cartel had a favourable result. The Bochumer-Verband gave the following communication to the Press:—

"Those firms who intended to withdraw from the Syndicate at the end of 1929 have now given their consent to renew their membership for another year. According to the original contract the Syndicate ends on December 31, 1930. This, however, has not removed the difficulties for the German cement industry. The manufacturers outside the Syndicate are always the great danger for the cartel."

This, states the journal quoted, leaves open the question whether the percentages of production of the different members have been left unchanged. Also, the position towards the Huttem Zementverband remains uncertain. Whether this cartel can be continued depends very much on the question whether the Eisen und Stahl Werke Höesch A.-G. will join or not. Portland-Zement und Kalkwerke Sachsen-Anhalt A.-G. and the Konkordia Portland-Zement und

Kalkwerke A.-G., both prominent "outsiders" operating in the West German Cement Syndicate area, may probably be joining the Syndicate for the current year.

Notes from Germany.

The majority of shares of the Portland-Cementfabrik Alemannia A.-G., of Höver, near Hanover, has passed into the possession of the Norddeutsche Portland-Cement-Fabrik, of Misburg. This is the third small concern that has been absorbed by the Norddeutsche Company.

The Tuffstein und Basaltlavawerke A.-G. trass cement company, which commenced operations in July last, is now proposing to erect a second kiln, which will bring its capacity to 235,000 tons per annum. In addition, it is proposing to erect a separate plant at Neuwied.

Portland-Zement und Kalkwerke Wulzburg A.-G. has passed into the control of the South German Syndicate through the operations of the Heidelberg-Mannheim-Stuttgart Company. The Wulzburg Company was associated with the prominent "outsider" in the West German Syndicate area, Sachsen-Anhalt, which is about to become a member of the West German Cement Syndicate.

Deutsche Eisen-Handel A.-G. has sold a portion of its shares to the iron works, Peiner Walzwerk (Arbed), the Deutsche Industriewerke A.-G., the Borsigwerke, and the Schlesische Portlandzement Industrie A.-G. It will be seen that the "Arbed" group is in indirect association with the chief German cement groups, and thus liaison has been established with nearly every important cement financial group throughout the Continent of Europe.

Developments in Japan.

The Nippon Cement Co., which underwent a financial reorganisation two years ago by the Asano Company, and capitalised at 4½ million yen, has now increased its capital to 10 million yen (£1,000,000).

The Onoda Cement Co. is erecting a plant in Korea, and another in Okayama, and is now contemplating a further factory in the prefecture of Mie. It appears that this company will be putting on to the Japanese market within the next two years a further 300,000 tons of cement and 100,000 tons on the Korean market.

Cement Production in Yugoslavia.

It is reported that of the fourteen cement works in Yugoslavia only eleven are active at present. Two factories are now in course of reorganisation, and one has definitely discontinued production. During 1928, according to figures compiled by the Chamber of Commerce and Industry of Zagreb, the output of the Yugoslavian cement works amounted to 808,442 tons, compared with 726,875 tons in 1927.

South African Developments and Dividends.

The Eastern Province Cement Co., a subsidiary to the Pretoria Company, is stated to be contemplating extensive enlargements to its plant. The works are stated to have been in continuous operation since their opening two years ago.

The Pretoria Cement Co. has declared a dividend of 30 per cent. for the year 1929.

The Cape Portland Cement Co. has declared a dividend of 7½ per cent. for the year 1929, compared with 12 per cent. for the preceding year.

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

LE JOURNAL INTERNATIONAL DU CIMENT EN QUATRE LANGUES.

PARTIE FRANÇAISE

PUBLIÉ PAR : CONCRETE PUBLICATIONS, LIMITED,
20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ANGLETERRE.
Publié le 20 de chaque mois. Prix du numéro, 2 schellings.
Abonnement annuel, 24 schellings (Ers. 150), franco.

Le ciment dans le passé et dans le présent.

Par D. B. BUTLER, A.M.Inst.C.E., F.C.S.

IL est établi en toute certitude que pendant ces dernières années, il n'a été réalisé dans aucune industrie des progrès aussi marqués que ceux réalisés par le ciment Portland, aussi bien dans ce pays-ci qu'à l'Étranger. Ceci s'applique aux méthodes de fabrication en même temps qu'à la qualité de la production, mais plus particulièrement encore à cette dernière. Les perfectionnements apportés dans les méthodes de fabrication consistent principalement dans un meilleur contrôle des proportions de matières premières employées, un malaxage mécanique plus parfait de ces dernières, une combinaison chimique parfaite résultant de la calcination de ces matières premières malaxées mécaniquement, et enfin une pulvérisation beaucoup plus complète du produit final. Il y en a aussi une augmentation de l'économie, non seulement par l'installation de plus grandes unités de chaque espèce, mais aussi par une réduction plus poussée de la main-d'œuvre; ceci s'applique plus particulièrement à l'approvisionnement en matières premières, à son acheminement vers les broyeurs malaxeurs et aussi au transport jusqu'au client du produit fabriqué. Les installations les plus modernes sont actuellement tellement "mécanisées" qu'une économie plus grande paraît presque impossible à réaliser dans ce sens.

En comparaison avec les usines "mécanisées" de ciment d'aujourd'hui, il est intéressant de rappeler sommairement ce qu'étaient les procédés d'obtention au temps où l'auteur commença à s'intéresser à l'industrie anglaise du ciment, il y a cinquante ans. En ce temps-là les seules sources de matières premières

disponibles étaient la craie et l'argile; seules, une ou deux usines de la région de Rugby employaient la pierre à chaux et le schiste argileux. On extrayait alors la craie et l'argile entièrement à la main, et on les jaugeait dans le moulin laveur à la brouette; la matière première passait ensuite dans des bacs à décanation; on la retirait ensuite pour l'étendre sur des aires à dessiccation chauffées par des fours à coke. La matière première ainsi séchée était acheminée vers des fours "bouteille" ou des four verticaux intermittents dans lesquels elle était chargée à la main, en couches alternées avec des couches de coke, approvisionné lui-même d'une fosse voisine au four. Le clinker était soutiré du four à la main, et acheminé vers la machine broyeuse. On mettait le ciment fini dans des sacs ou des barils qu'on dirigeait ensuite vers les wagons de chemin de fer ou vers les chalands. On n'a pas besoin d'un grand effort d'imagination pour apprécier le travail manuel exigé dans les usines à ciment de cette époque.

En ce qui concerne les progrès réalisés dans la qualité du produit, il suffit de comparer les conditions requises dans le premier Cahier des Charges type anglaise relatif au ciment Portland (publié en 1904) à la cinquième révision parue 22 ans plus tard, pour apprécier les grands progrès accomplis dans cette voie. Ci-dessous se trouvent, sous forme tabulaire, les principaux facteurs: (c'est-à-dire la finesse du broyage et la résistance à la traction) du Cahier des Charges primitif, et des cinq révisions consécutives. Les autres facteurs de temps de prise, de solidité et de composition chimique ont peu varié.

	Finesse du broyage.		Résistance à la traction par cm. carré.			
	Résidu % sur		Ciment pur.		Mortier de sable et ciment à 3 pour 1.	
	Tamis 4900 au cm ² .	Tamis 2500.				
			7 jours. kgs.	28 jours. kgs.	7 jours. kgs.	28 jours. kgs.
1904 (1ère édition) ..	22,5	3,0	28	35	8,4	16
1907 (1ère révision) ..	18,0	3,0	28	35	8,4	17,5
1910 (2ème révision)	18,0	3,0	28	35	10,5	17,5
1915 (3 " " "	14,0	1,0	31,5	38	14,0	17,5
1920 (4 " " "	14,0	1,0	31,5	38	14,0	17,5
1924 (5 " " "	10,0	1,0	42	—	23,0	25

Il est à remarquer que pendant ces 21 années la résistance à la traction exigée du ciment en pâte pure, au bout de 7 jours, a été augmentée de 50%, tandis que pour le mortier sable-ciment à 3 pour 1, qui fournit des données plus exactes par rapport à la valeur des ciments, cette augmentation dépasse 170%. En ce qui concerne la pulvérisation, on exige qu'elle soit plus poussée, jusqu'à réduire de 55% le résidu sur tamis 4900 au cm².

Le Cahier des Charges anglais doit donner la valeur moyenne de la qualité du produit pour la période dans laquelle il est employé. Ceci a été vrai avant et pendant la guerre; mais après la guerre, il y eut des progrès dans la qualité, tellement continus et rapides que la Cahier des Charges de 1920 correspondait à une qualité bien en dessous de la qualité moyenne du produit mondial employé

un ou deux ans plus tard, et la révision de 1925 avec ses conditions exigées rendues beaucoup sévères était devenue vite périmée. La même remarque pourrait maintenant s'appliquer, sur une partie plus ou moins grande, à l'édition de 1925 dont les conditions requises sont considérablement au dessous de la qualité présente du ciment Portland, tant en ce qui concerne l'Angleterre qu'en ce qui concerne les autres pays producteurs. En jugeant d'après les matières anglaises et étrangères qui passent journellement entre les mains de l'auteur aux fins d'essai, la moyenne de la résistance à la traction au bont de 7 jours du produit mondial est actuellement bien supérieure à 56 kgs par cm^2 pour le ciment en pâte pure et 28 kgs pour le mortier sable-ciment à 3 pour 1. Il peut donc paraître avantageux de rendre à nouveau plus rigoureuses les conditions requises dans le Cahier des Charges-type anglais. En ce qui concerne la finesse du broyage, quoique le ciment fabriqué à l'étranger soit rarement aussi bien broyé que le ciment anglais, le produit anglais atteint rarement en moyenne le résidu de 5% sur tamis 4900 au cm^2 et par conséquent, le chiffre actuel de 10% figurant au Cahier des Charges anglais peut-être réduit à 7,5%, tout en laissant une marge considérable au-dessus de la moyenne.

Il est à peine besoin de mentionner les progrès frappants réalisés dans ces dernières années avec l'introduction du ciment à durcissement rapide. En faisant des recherches pour un ciment résistant à l'attaque des eaux sulfureuses si destructives pour le ciment Portland ordinaire, M. Bied, un chimiste français en ciment, bien connu, a réussi à produire par des procédés de fabrication spéciaux un ciment très alumineux répondant au but proposé. En même temps, on a trouvé que ce ciment possédait la propriété remarquable de durcir plus rapidement que le ciment Portland ordinaire. En gros, ce ciment arrivait dans quelques heures à avoir un durcissement considérablement plus fort que celui atteint au bout de 28 jours par le ciment Portland ordinaire d'alors. Ce ciment alumineux à durcissement rapide attira l'attention de l'auteur en 1922, quoiqu'il était déjà employé en France depuis quelques années auparavant. Malgré qu'il soit toujours resté beaucoup plus cher que le ciment Portland ordinaire—en fait d'un prix deux fois plus grand, pour un travail urgent—sa propriété de durcir rapidement contrebalance largement son prix élevé. Une maison de fabricants anglais s'est promptement mise à l'œuvre avec une prudence et une énergie louables pour produire un ciment Portland à durcissement rapide pouvant en quelque sorte rivaliser avec le nouveau venu. Le résultat fut un succès complet. Du ciment Portland à durcissement rapide est actuellement fabriqué ayant, sauf pour les premières 24 heures, la même propriété de durcissement rapide, que le ciment alumineux. On a cherché à imiter ces deux types de ciment à durcissement rapide tant dans les pays d'origine qu'ailleurs, mais les imitateurs sont quelque peu handicapés par le fait que la matière première nécessaire à la fabrication de ce ciment alumineux est plutôt limitée actuellement à certaines régions peu nombreuses. D'un autre côté le ciment Portland à durcissement rapide peut être pratiquement fabriqué avec n'importe quelle matière première servant à produire le ciment Portland ordinaire, ce qui fait que maintenant, nombreux sont les fabricants de ciment Portland du monde entier qui produisent couramment du ciment Portland à durcissement rapide.

Le trait saillant du ciment Portland à durcissement rapide tel qu'il est fabriqué actuellement en Angleterre est son grand degré de pulvérisation; beaucoup d'échantillons soumis récemment à l'auteur aux fins d'essais se trouvaient être si finement pulvérisés qu'ils laissaient moins de 0,5% de résidu sur tamis 4900 au cm^2 . Ce fait donne à penser que le tamis 4900 au cm^2 n'est pas assez fin pour mesurer le degré de la pulvérisation auquel le ciment est soumis; on peut

concevoir parfaitement que deux ciments différents peuvent laisser le même pourcentage fractionnaire de résidu sur tamis 4900 au cm^2 tout en possédant un pourcentage bien différent de poudre impalpable, considérée généralement comme la partie essentielle du ciment relativement à la valeur intrinsèque de celui-ci. Le même objection était soulevée il y a 40 ans où on contrôlait la finesse du broyage au moyen du tamis 400 au cm^2 ; 10% de résidu sur ce tamis correspondaient à un ciment bien broyé. En ce temps-là on commençait à remplacer pour le broyage du ciment les meules à pierre par des meules à pierre supérieure striée. On a trouvé quelquefois que deux ciments donnant le même résidu sur tamis 400 au cm^2 avaient pourtant cette différence entre eux que l'un avait été concassé juste assez pour passer à travers le tamis sans contenir pratiquement de farine de ciment, tandis que l'autre témoignait d'une pulvérisation complète; la différence entre les qualités de ces deux spécimens, considérées au point de vue ciment était très marquée, comme l'indiquait l'essai au sable. Il est donc possible que les mêmes conditions se posent de nouveau sur une certaine étendue avec l'emploi actuel du tamis 4900 au cm^2 ; Un ciment pourrait être juste assez fin pour passer à travers le tamis 4900 au cm^2 , tandis qu'un autre pourrait être pulvérisé à l'état de farine de ciment. Il est hors de doute que dans cet ordre d'idées, la détermination de la pulvérisation au moyen des blutoirs est loin d'être idéale; elle peut être même complètement inexacte. Il est probable qu'une méthode basée sur la séparation au moyen de courants d'air, ou par gravité au moyen de courants liquides pourrait donner ici des résultats plus comparables; mais là aussi, tout dépendra de la direction et de la force exactes du courant d'air ou du fluide agissant sur la poudre, et quelque soit l'appareil adopté, il faudra l'étalonner très soigneusement avant qu'on puisse l'accepter sans réserves. Une difficulté apportée par l'emploi des séparateurs à air ou à liquide consiste en ce que dans le cas où le ciment aurait subi le moindre degré d'événement ou de prise à l'air les résultats se trouveront complètement faussés car le courant d'air ou d'eau n'aurait pas la force nécessaire pour détruire la coagulation et rendre le ciment entièrement à l'état de farine. Le résidu restant sur le tamis d'un ciment complètement éventé montre sous le microscope des particules de farine hydratées adhérant aux particules grossières de ciment concassé, ce qui constitue une deuxième source d'erreur. Par conséquent, et en gros, il semble que les méthodes de détermination de la pulvérisation par l'air ou par l'eau ont surtout de la valeur pour le fabricant dans la vérification et le contrôle de ses machines à pulvériser; étant donné qu'il a constamment à contrôler le ciment fraîchement broyé, l'imprécision due à la présence de particules déjà prises à l'air n'est pas à considérer et puisque l'appareil est réglé pour une valeur connue, on en tire des indications précieuses concernant la bonne ou la mauvaise marche des machines broyeuses.

Comme conclusion l'auteur voudrait insister sur le besoin qu'il y a à uniformiser les méthodes d'essai dans les pays grands producteurs et grands consommateurs de ciment. Cette uniformisation a été rarement réalisée sauf par ceux qui sont appelés fréquemment à faire des essais d'un même ciment. Avec les spécifications différentes des gouvernements de pays différents, on arrive à des divergences énormes dans les résultats même en ce qui concerne de simples essais de traction. Il s'ensuit qu'avant d'accepter des contrats dans un autre pays, le fournisseur doit s'informer avec prudence de combien les méthodes d'essai dans un pays étranger peuvent affecter les chiffres spécifiés. S'il se basait uniquement sur les essais effectués au moyen des méthodes en vogue dans le pays d'origine du ciment, il pourrait avoir la fâcheuse surprise de voir sa livraison refusée à l'arrivée.

Le four rotatif.

Par A. G. DAVIS, M.Inst.Mech.E., M.Inst.C.E.I., F.C.S.

(Administrateur Générale, Associated Portland Cement Manufacturers, Ltd.)

Le four rotatif moderne, dont l'emploi est actuellement général dans la fabrication du ciment a révolutionné l'industrie. C'est le procédé de cuisson le plus scientifique et le plus efficace qui ait été introduit dans l'industrie depuis que l'on commence à connaître le ciment Portland.

Le four rotatif trouve un emploi général en Angleterre ainsi que dans tous les autres pays; on a dit qu'il constituait la seule invention d'importance dans l'industrie depuis l'utilisation pour le broyage des broyeurs à boulets et des tubes broyeurs. Qu'il soit possible cependant d'apporter de nouvelles améliorations dans la fabrication du ciment Portland, cela va sans dire, car même avec l'emploi du four rotatif, la fabrication est une opération technique coûteuse, nécessitant un gros capital, un coût de production élevé, et un entretien constant du matériel. Avec les fours actuels il est certain qu'une économie plus grande de combustible est à désirer, sans parler d'autres améliorations qui seront apportées à mesure que l'expérience et le temps en auront démontré la nécessité ou l'opportunité.

Plus de 90% du ciment fabriqué aux Etats-Unis est produit au moyen du four rotatif, et dans la plupart des usines d'Angleterre ce four seul a été adopté. Plusieurs vieilles usines ont installé le four rotatif pour la cuisson du ciment, et toutes les nouvelles usines adoptent ce procédé. Le ciment provenant de fours rotatifs, quoiqu'il constitue un progrès relativement récent, a donné des preuves suffisantes aux points de vue scientifique et pratique pour être appelé à devenir le produit de l'avenir. Plaider en faveur de l'usage de ce ciment est donc

superflu, la science étant là pour prouver sa qualité et toute la pratique pour montrer sa supériorité. Son droit à la priorité est donc effectivement établi et nous pouvons affirmer, sans crainte d'être contredits que ce ciment reste actuellement le maître du terrain.

La matière produite par le four rotatif a l'avantage de posséder deux qualités marquantes: sa résistance à la traction et son manque de tendance à l'extension. Ce résultat était néanmoins à prévoir car à côté de l'économie qu'il apporte dans le travail, le grand avantage de ce four réside en ce que la calcination reste sous la surveillance entière de l'opérateur, qui peut la contrôler avec exactitude. En modifiant la vitesse de rotation du cylindre en diminuant ou en augmentant le débit d'alimentation en matière première, ou en faisant varier la force de la flamme et la quantité de combustible, l'opérateur est en mesure de régler la cuisson à n'importe quel degré désiré. Avec les vieux fours intermittents un tel arrangement n'était pas possible car, une fois le four chargé et allumé, la calcination devenait automatique, pour le mieux ou pour le pire, et la qualité du produit résultant devenait aléatoire.

Le four rotatif employé dans la cuisson du ciment consiste en un tube cylindrique légèrement incliné constitué par des plaques d'acier de 2 cm d'épaisseur. Sa longueur s'étend entre 30 m et 120 mètres et son diamètre entre 1 m 83 et 3 mètres 65 suivant le débit désiré. Le tableau 1 donne les dimensions et débits approximatifs de quelques types de fours utilisant la voie humide.

TABLEAU 1.

Longueur.	Diamètre.	Débit approximatif.
30m	1m80	2 tonnes par heure
45m	2m30	4,5 " " "
61m	2m75	8 " " "
70m	2m90	9 " " "
76m	3m30	15 " " "

Les diamètres donnés dans ce tableau sont pris sur la plus grande longueur du four, mais presque tous les fours modernes ont une zone de cuisson élargie, avec un diamètre de 0 m. 30 à 0 m. 60 plus grand que le reste du four (voir page 277, Fig. 1, "Four tournant avec zone de cuisson élargie"). Ces diamètres sont mesurés sans compter une épaisseur de briques réfractaires de 0 m. 15 en moyenne, étayées le long du four.

Le long cylindre a une inclinaison de 1/25 ou de 1/30 sur l'horizontale. Il est monté sur 4 ou 5 groupes de bandages circulaires (selon la longueur) qui roulent sur des rouleaux massifs. Le four tourne lentement actionné par un train d'engrenages à raison d'un tour par minute, ou toutes les 2,5 minutes (Voir page 278, Fig. 2, "Engrenage moteur du four rotatif"). Aux endroits du four où sont adaptés les bandages et les couronnes d'engrenages, le tube est renforcé par des plaques additionnelles.

Les matériaux servant à fabriquer le ciment sont introduits d'une façon continuée dans le four rotatif à l'aide d'un conduit adapté à l'extrémité supérieure (voir page 278, Fig. 3, "Formes anciennes des bouches d'alimentation en matières premières des fours rotatifs"). Ils sont introduits sous forme de pâte ou de poudre sèche suivant le procédé adopté pour la préparation et le malaxage de la matière première, et progressent grâce à leur poids, d'un bout à l'autre du four. Des élévateurs sont adaptés en vue de répandre la matière première au moment de son introduction dans le four et au moment de sa rencontre avec les gaz chauds. En Angleterre

on emploie comme combustible du charbon finement pulvérisé qu'on introduit dans l'extrémité inférieure du four au moyen d'un courant d'air produit par un ventilateur.

Quand le four est mis en marche, le charbon pulvérisé brûle et la température de l'extrémité inférieure du cylindre est portée au blanc. La matière première est introduite dans le four et comme elle descend graduellement dans la zone chaude produite par la combustion parfaite du charbon pulvérisé introduit par l'autre extrémité, elle part avec l'eau qui se trouve en sa présence, atteint la température du rouge à mesure qu'elle s'approche du centre du cylindre, perd son gaz carbonique, forme de petites boules rondes qui arrivent à la température du blanc dans la partie inférieure, et finalement sort sous forme de clinker, ayant le volume d'un gros pois. Le température maximum se trouve évidemment à côté du jet de combustible, à l'extrémité inférieure du four.

La proportion des dimensions du four rotatif a été l'objet de discussions à travers l'histoire du four. Les premiers fours avaient le même diamètre sur toute leur longueur, mais dans la première décade du siècle, ils furent modifiés. D'abord, l'extrémité où se fait l'alimentation fut agrandie (voir page 280, Fig. 4, "Anciens fours rotatifs avec extrémités d'alimentation élargies") ensuite, la partie la plus chaude du four, connue sous le nom de zone de cuisson a été élargie sur une longueur de 6 m. à 9 m. en donnant au diamètre un accroissement de 0 m. 30 à 0 m. 45 (Voir page 277, Fig. 1, "Four tournant avec zone de cuisson élargie"). Cet élargissement a été fait dans un double but: 1°, disposer d'un plus grand espace pour le séchage de la matière première, opération qui demande le maximum d'espace possible; 2°, augmenter le débit de clinker et diminuer le dégât produit par la formation des

croûtes du clinker. Ces croûtes sont des accumulations de clinker sur la surface des briques réfractaires tapissant l'intérieur du four. Elles se rassemblent pour former une couche pouvant atteindre 0 m. 30 à 0 m. 60 d'épaisseur, à tel point que les matières ne peuvent plus glisser le long du four, et l'opération doit être arrêtée. En donnant à la zone de cuisson le plus grand diamètre possible, on augmente l'espace offert aux croûtes de clinker formées et le glissement des matières le long du cylindre est beaucoup moins entravé. Les fours rotatifs actuels sont encore caractérisés par une zone de cuisson élargie. La tendance actuelle est de donner au diamètre de cette zone 0 m. 60 de plus que le reste du four.

Pendant ces quelques dernières années, on a recommandé l'élargissement de la partie appelée "zone de calcination" élargissement qui est actuellement mis en pratique. (Voir page 281, Fig. 5, "Four rotatif avec zone de calcination élargie"). Le but de cet élargissement est de procurer un espace additionnel, à la décomposition du carbonate de chaux, opération des plus difficiles. Cette opération nécessite une température minimum de 810° C. et absorbe une grande quantité de chaleur, beaucoup plus grande que celle absorbée dans la formation du clinker. Le zone de calcination se trouvant à côté de la zone de cuisson et presque au milieu du four, un compromis entre les partisans de l'élargissement de la zone de cuisson et ceux de la zone de calcination a eu pour résultat l'aménagement d'une longue zone élargie unique, dont la moitié sert pour la cuisson et l'autre moitié pour la calcination.

La nécessité de donner un espace additionnel à la zone de séchage a fait revivre l'idée d'élargir celle-ci et quelques fours ont été construits en élargissant l'extrémité supérieure du four par où se fait l'alimentation en matière première. Dans les premiers

temps du développement du four rotatif, les constructeurs portèrent leur attention plutôt sur la valeur du débit en clinker que sur l'efficacité du chauffage. Ce fut plus tard que l'on commença à porter sur ces deux facteurs une attention égale.

Puisque nous envisageons d'un point de vue général l'étude du four rotatif, il est évident que plus les fours sont grands, plus le coût de la main d'oeuvre par tonne de produit fabriqué est faible, car il faut à peu près le même personnel pour faire marcher deux à trois grands fours ayant un débit total de 30 tonnes par heure, que pour un seul four, ayant un débit de 2 ou 3 tonnes par heure.

Refroidisseurs à Clinkers.

Le clinker chaud sortant du four rotatif à la température du rouge est refroidi économiquement de manière que l'air chauffé par cette réfrigération puisse servir à la combustion. Les vieux fours rotatifs sont équipés avec des refroidisseurs situés immédiatement en dessous, et le clinker y tombe directement (Voir page 282, Fig. 6, "Coupe de l'ensemble d'un four ancien avec refroidisseur en dessous," et 7, "Fours rotatifs avec refroidisseurs séparés inférieurs"). Les refroidisseurs sont des tubes cylindriques semblables aux fours, mais beaucoup plus petits. (Voir page 283, Fig. 8, "Extrémité de vidange de types récents de refroidisseurs à clinker.") Ils sont actionnés par un engrenage, tout comme les fours, et les extrémités les plus chaudes sont garnies de briques, tandis que la moitié inférieure est généralement doublée de plaques de tôle, et équipée avec des élévateurs (voir page 284, Fig. 9, "Vue intérieure d'un refroidisseur rotatif à clinker montrant les élévateurs") qui élèvent le clinker chaud le long de la paroi du refroidisseur pour le faire tomber en cascade à travers un courant d'air dirigé dans le sens opposé à celui du clinker. Cet

air ainsi chauffé servira pour la combustion dans le four rotatif. Pendant ces quelques dernières années, une nouvelle disposition de refroidisseur a été adoptée. Dans sa forme la plus simple, ce refroidisseur est constitué par un allongement du four rotatif. Pour que cette partie inférieure du four rotatif fonctionne comme refroidisseur, la conduite amenant le jet d'air et de charbon est allongée d'environ 6 m.; la combustion ne doit ainsi commencer dans le four qu'à 6 m. de hauteur, permettant à la portion inférieure d'agir entièrement comme refroidisseur.

L'avantage de ce type de refroidisseur apparaît dans le prix de revient et dans l'efficacité. Il permet de construire le four rotatif à partir du niveau du sol au lieu d'avoir à lui donner une certaine hauteur pour aménager un refroidisseur en dessous. De plus, les pertes de chaleur par rayonnement se produisant entre les extrémités du four et du réfrigérant pendant le passage du clinker de l'un à l'autre sont ainsi évitées. Quelques constructeurs ont perfectionné ce genre de refroidisseur par l'adaptation autour du cylindre du four d'un nombre de tuyaux réfrigérants auxiliaires (Voir page 285, Fig. 10, "Four rotatif avec refroidisseur en prolongement"). Il est probable qu'on n'est pas encore arrivé au terme final dans les perfectionnements de ce type de refroidisseur. Toutefois, il semble qu'on a définitivement réjeté l'emploi du refroidisseur séparé, devenu maintenant archaïque, dans la construction des nouveaux fours.

Revenons au refroidisseur séparé, qui forme certainement la majorité des refroidisseurs existant actuellement. On a beaucoup discuté sur la question de faire rentrer l'air nécessaire au refroidissement du clinker dans le refroidisseur et par la suite dans le four, soit par l'action du tirage de la cheminée du four, soit par insufflation forcée au moyen d'un venti-

lateur (Voir page 286, Fig. 11, "Refroidisseur à clinker sous conduite forcée"). Le deuxième méthode a l'avantage de mieux permettre le contrôle de l'alimentation en air, quoiqu'elle constitue une consommation de travail inexistante avec la première méthode.

Le clinker pénètre dans le refroidisseur à la température de 1100° C. environ; un refroidisseur efficace doit le rendre à une température à laquelle il peut être manié tout en portant l'air servant à la combustion à la température de 375° C. environ. Etant donné que le clinker sortant du four emmagasine une quantité de chaleur équivalente à 5 parties de charbon pour 100 parties de clinker, il faut admettre que la récupération de la chaleur dans les refroidisseurs est d'une grande importance.

Au total, les fours rotatifs ne peuvent pas prétendre à une économie dans la consommation de combustible; celle-ci y est de 24-26 kg de charbon (charbon sec à 7000 kcal/kg) pour 100 kg de clinker tandis qu'elle est de 15 à 20 kg de charbon dans les fours verticaux. D'un autre côté les fours rotatifs possèdent à l'encontre des fours rigides un avantage marqué dans le coût inférieur de la main d'œuvre et dans la plus grande facilité qu'ils ont de donner du ciment de haute qualité.

Revêtement du four Rotatif.

Les fours rotatifs ont été introduits dans le commerce à la fin du siècle dernier et les premières difficultés venaient surtout du revêtement de tels fours. La température maximum atteinte dans ces fours approche 1650° C. ce qui nécessite l'emploi de briques très réfractaires. A cette haute température vient s'ajouter l'usure mécanique due à l'écoulement du clinker sur la surface des briques, et, cause de destruction encore plus grande, la fusion résultant de l'action du clinker basique sur les briques acides. Cette fusion résulte de la for-

mation de corps composés de chaux (dérivée du ciment), de silice et d'alumine, dérivées des briques réfractaires, et dont le point de fusion ne dépasse guère 1100° C. en sorte que si cette fusion n'est pas empêchée, un revêtement en briques (du type acide) dans un four rotatif ne pourrait durer plusieurs jours. Il était donc nécessaire de développer une technique consistant à enduire le revêtement avec une couche de ciment en clinker pendant le fonctionnement du four et d'entraîner les premiers opérateurs à la pratique de cette opération. On a trouvé que la fusion cessait lorsque la couche de clinker englobant le revêtement de briques atteignait 5 cm. à 8 cm.; le four pouvait alors fonctionner pour un temps considérable sans renouvellement du revêtement. Cependant toutes les fois que le four était arrêté et refroidi, l'enduit tombait et entraînait généralement avec lui une couche de briques. Ainsi, avec des arrêts et des troubles d'ordre mécanique, la vie moyenne du revêtement de la zone de cuisson dans le four rotatif était inférieure à 6 mois, les briques étant du type acide.

Pendant les dernières années, on a employé pour revêtir la zone de cuisson des briques contenant 60 à 70% d'alumine. Ces briques étant presque neutres au point de vue chimique, l'action fondante entre eux et le clinker est minime. Des revêtements avec ces briques alumineuses ne demandent par conséquent à être renouvelés que tous les ans.

Ces briques alumineuses, appelées parfois briques à la bauxite sont fabriquées avec de la bauxite naturelle ou d'autres minerais de composition semblable, et demandent une cuisson fort. La matière convenable ne se trouvant pas en Angleterre on doit importer la matière première ou les briques elles-mêmes. Ce qui fait qu'avec le degré élevé de température nécessaire à leur cuisson, ces briques reviennent beaucoup plus cher que les briques

anglaises. L'expérience a pourtant prouvé que le prix élevé de ces briques est entièrement contrebalancé par leur plus grande durée dans la pratique.

Des briques magnésiennes, où la magnésie entre pour une grande part dans leur constitution ont été essayées dans les premiers fours rotatifs. Elles n'ont pas été employées sur une grande échelle, étant donné leur prix élevé et leur tendance à s'effriter, qui raccourcit leur durée d'emploi. Le revêtement en briques spéciales doit être limité à la zone de cuisson, qui constitue le quart du four entier. Les trois quarts restants peuvent très bien être revêtus par des briques réfractaires ordinaires, car la température dans ces parties supérieures du four n'est pas assez grande pour attaquer ces briques réfractaires, pour occasionner la fusion ci-dessus décrite. La partie supérieure du four qui contient seulement de la matière première humide ou partiellement séchée est quelquefois revêtue par du béton situé à cet endroit même et qui est réputé être le revêtement convenant à cette zone.

Allumage du Charbon.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le four rotatif est chauffé par la flamme produite en brûlant du charbon finement pulvérisé. Un appareil d'insufflation est monté près de l'extrémité chaude du four. L'air insufflé est canalisé par un tuyau d'environ 22,5 cm. de diamètre dans lequel se déverse le charbon nécessaire au chauffage (voir page 287, Fig. 12, " Extrémité de combustion du four, montrant le conduit d'alimentation en charbon ").

Le mélange d'air et de charbon est allumé peu après avoir quitté le tuyau et réalise une température de flamme élevée. Dans certains cas, le ventilateur est disposé de façon à aspirer l'air chaud provenant du réfrigérant de sorte que le mélange air-charbon s'allume plus rapidement en débouchant dans le four. On obtient ainsi

une flamme plus chaude en même temps qu'on récupère une certaine quantité de chaleur provenant du clinker qui se refroidit. Dans d'autres cas, le ventilateur puise sa provision d'air du broyeur et du séchoir à charbon, réalisant ainsi la ventilation nécessaire de ces machines.

Le Broyeur à Charbon.

Pour obtenir un charbon finement pulvérisé capable de s'enflammer rapidement, comme l'exige l'usage du four rotatif, il faut que le charbon soit sec et finement broyé. Cela exige le séchage et le broyage du charbon provenant des houillères. C'est depuis quelques années seulement que l'emploi des séchoirs à charbon s'est imposé. Ils étaient constitués habituellement par des tambours tournants, de 12 m. de longueur et de 1 m. 20 de diamètre où le charbon montait grâce à la rotation. De l'air chaud envoyé par le refroidisseur à clinker, ou des gaz chauds de cheminée provenant d'un foyer spécialement disposé passaient à l'extérieur du tambour (qui est lui-même placé à l'intérieur d'une chambre en briques) puis pénétraient dans le tambour (voir page 289, Fig. 14, "Séchoir tournant à charbon (pendant sa construction) montrant le tuyau central," et 15, "Rouche d'alimentation du séchoir tournant à charbon"). Le vapeur d'eau provenant du charbon se dégageait à l'air libre ou était aspirée par le ventilateur dans le four. Ce procédé de séchage s'est montré quelque peu inefficace, étant donné que des précautions doivent être prises pour que la température dans le tambour dessiccateur ne soit pas assez élevée pour déterminer l'inflammation du charbon. L'évaporation de l'eau dépassait rarement 2 kg par kg de charbon. Le charbon passait ensuite de ce tambour dans les broyeurs à boulets, ou tubulaires. Après le broyeur, le charbon passait sous forme de poudre fine dans des trémies avant d'alimenter le four.

On a trouvé que l'allumage rapide du charbon dans le four était de haute importance et l'un des moyens d'atteindre ce but fut la pulvérisation du charbon. Ces derniers temps de nouvelles machines à la fois dessiccatrices et pulvérisatrices sont devenues d'usage courant (voir page 290, Fig. 16, "La machine dessiccatrice-pulvérisatrice"). Ces machines prennent du petit charbon (encore non séché) tel qu'il est livré par les houillères, les pulvérisent et les injectent dans le four rotatif. Elles remplissent aussi les fonctions du broyeur, du dessiccateur et de l'appareil d'insufflation nécessités dans les premières installations. Ces machines prennent quelquefois la forme de désagréateurs à grande vitesse munis de disques tournant autour d'un pivot horizontal, ou sont constituées par une combinaison de petits broyeurs à boulets ou tubulaires avec un cyclone séparateur. Dans les deux cas, il faut que l'air chaud du refroidisseur à clinker puisse être aspiré dans les broyeurs pour faciliter le broyage du charbon humide. Quand on emploie le cyclone, la masse du charbon pulvérisé est isolée et emmagasinée dans des trémies. Ces machines ne sont plus qualifiées pour le traitement du charbon contenant plus de 10% d'humidité; de plus elles ne sont pas appropriées au broyage très fin que peut nécessiter l'usage de certaines classes de combustibles.

La Qualité du Charbon.

On peut dire, dans un certain sens, que n'importe quelle qualité de charbon peut être employée pour chauffer les fours rotatifs à ciment, à condition de faire subir à ce charbon le traitement convenable avant de l'injecter dans le four. Néanmoins, en tenant compte solidement du prix et de la qualité, le charbon idéal à employer pour la cuisson du ciment, serait celui qui contiendrait moins de 5% d'humidité, et qui donnerait 10% de cendres au plus et un minimum de 20% de matières

volatiles. Un tel charbon peut être employé avec succès s'il est broyé avec un résidu d'environ 20% sur tamis 4900 au cm². Il y a cependant des cas de charbons à résidu dépassant le 30% sur tamis 4900 au cm² et qui ont donné des résultats satisfaisants, quoique pour ces cas, la cendre que donne le charbon grossièrement broyé tend à s'accumuler dans une région du four pour former des agglomérats avec le clinker. De plus, il se peut que leur inflammation ne se fasse pas rapidement, fait qui a son importance dans l'efficacité du chauffage. D'un autre côté, il est possible d'employer du charbon contenant moins de 20% de matières volatiles, pourvu que le broyage ait été porté au degré de finesse nécessaire à la rapidité de l'inflammation; on arrive dans quelques usines à avoir un résidu de 5% sur tamis 4900 au cm². Reste à savoir si le travail dépensé dans un broyage tellement fin est contrebalancé par le bon marché du charbon contenant une petite proportion de matières volatiles. Le pourcentage des cendres données par le charbon des fours rotatifs doit varier sur une grande échelle. Des fours rotatifs, chauffés occasionnellement avec du charbon donnant 25% de cendre ont donné des résultats pleinement satisfaisants. Il est à remarquer toutefois que les cendres se mélangent facilement avec les matières premières de la fabrication du ciment en altérant leur composition chimique, de sorte que le chimiste doit arranger la composition du mélange de matières premières en calculant que leur mixture avec les cendres donnera la composition finale du ciment.

Les Élévateurs à Matière Première.

Nous avons parlé précédemment des élévateurs à matière première se trouvant à l'intérieur de l'extrémité d'alimentation du four rotatif et servant à la fois à répandre la matière première et à la mélanger plus intimement avec les gaz chauds montant dans le four. Dans le procédé humide, si on

n'a pas recours pour distribuer la matière première à des élévateurs ou à d'autres engins similaires, les gaz quittant le four pourraient atteindre une température de 500° C, et même plus, ce qui entraîne une grande perte de chaleur. De sorte que beaucoup de recherches ont été consacrées aux élévateurs de conception diverses, en ce qui concerne leur emploi pour la distribution de la matière première et son mélange intime avec les gaz chauds.

Ces élévateurs prennent la forme, soit de godets attachés à la paroi intérieure du four, soit de diaphragmes étoilés occupant une section droite du four, soit d'un tube unique concentrique ou de groupes de tubes, soit de festons de chaînes très lâches, suspendues dans l'intérieur du four, disposition introduite il y a quelques années (voir page 288, Fig. 13, "Intérieur d'un four rotatif aménagé avec des élévateurs à chaînes"). Le type d'élévateur doit être choisi en rapport avec la nature de la matière première. Avec de la matière première visqueuse l'élévateur doit être du type le plus simple, autrement il y aurait danger d'accumulation de matière première, ce qui obstrue le tirage à travers le four, tandis qu'avec une matière plus friable, on peut employer avantageusement des élévateurs plus compliqués.

Les élévateurs bien construits peuvent ramener la température des gaz quittant le four à 250° C. environ. Il est clair que l'installation des élévateurs à l'intérieur du four crée une obstruction au passage des gaz chauds à travers le four. Dans les cas où on emploie des élévateurs compliqués, un ventilateur est nécessaire pour aider au passage des gaz. Quoique le four tournant soit employé depuis une trentaine d'années, il ne s'est pas encore établi un accord général relatif à la technique de la cuisson. La nature de la flamme employée peut varier d'une manière considérable par des modifications de la conduite d'injection du combustible et de sa position, ainsi que de la proportion entre l'air péné-

trant dans le four à travers le tuyau d'alimentation et l'air secondaire montant dans le refroidisseur à clinker. Il y a probablement plusieurs moyens pour atteindre le même but, mais il y a une amélioration notable dans l'efficacité du chauffage des fours tournants d'aujourd'hui comparés avec ceux d'il y a 5 ans. Un exemple des résultats acquis est que les constructeurs de fours peuvent garantir actuellement une consommation de charbon maximum de 24% pour produire du clinker à partir de matières premières contenant 40% d'eau au plus. Avec les anciens types de fours la consommation en charbon était d'au moins 29%.

Contrôle Scientifique du four Rotatif.

Dans les premiers temps de développement du four rotatif, le contrôle s'opérait suivant des règles établies par tâtonnement; dans ces derniers temps, le contrôle de la combustion est devenu scientifique avec un avantage d'économie considérable. Il est établi que dans n'importe quelle industrie, le charbon n'est pas brûlé avec la perfection de combustion obtenue dans les fours rotatifs bien contrôlés, car de tels fours débitent les produits de la combustion pratiquement sans excès d'air et sans excès de charbon non consommé.

Pour obtenir une combustion ainsi parfaite, il faut analyser constamment les gaz quittant le four. Cette analyse est faite au moyen d'appareils électriques qui prennent des échantillons de gaz et enregistrent continuellement les proportions de CO_2 , d'oxygène, et de CO. Le chimiste est ainsi en mesure de découvrir s'il y a une combustion incomplète et d'y remédier en agissant sur l'alimentation en air.

Dans les meilleurs fours rotatifs en usage, il existe une perte considérable de chaleur due à la température élevée des gaz quittant le four. On a besoin là encore d'un enregistrement continu de la température pour

prévenir des pertes évitables. Un four bien conçu doit dégager ses gaz à moins de 210°C tandis que dans certains vieux fours, cette température peut atteindre 500°C , ce qui entraîne une perte d'environ 5 tonnes de charbon pour 100 tonnes de clinker, en comparaison avec les fours plus efficaces.

Un autre facteur important dans l'efficacité des opérations est le contrôle de l'alimentation en air, par lequel on doit s'assurer que la plus grande partie de l'air destiné à la combustion a été préalablement chauffé par le clinker qui sort du four. Ce contrôle demande l'emploi de jaugeurs indiquant le débit du courant d'air. Le contrôleur doit avoir pour but l'obtention d'une alimentation uniforme de charbon et d'air injectés dans le four, de façon à ne plus avoir à faire de réglages: on peut obtenir ainsi un débit constant de clinker formé. En pratique, toutefois, ce but n'est pas atteint, à cause des variations du débit en matières premières entrant dans le four et de la variation de la qualité du charbon. Il est donc indispensable d'avoir des facilités de réglage. Ce réglage peut être obtenu en agissant sur le débit de la matière première et sur la qualité du charbon, mais le moyen le plus courant est de modifier la vitesse de rotation du four, permettant à volonté l'accélération ou le retard d'écoulement des matières premières. La perte de chaleur due à la température élevée des gaz de cheminée a été déjà mentionnée. La deuxième cause de perte importante est probablement le rayonnement des surfaces du four et du refroidisseur. On pense qu'un tel rayonnement est généralement équivalent à environ 4 tonnes de charbon pour 100 tonnes de clinker. Quelques tentatives pour rendre cette perte minimum ont été faites en isolant l'ossature du four. Pour cela, on dispose habituellement de couches d'une matière isolante entre le revêtement de briques réfractaires et l'ossature en tôle du four. Dans

quelques cas, la chaleur rayonnée par le four a été employée pour le séchage du charbon.

Nous avons ainsi établi les divers perfectionnements apportés dans la construction des fours tournants modernes. Au point de vue économie, il a été fait plus de progrès, en ce qui

concerne ce four, pendant les cinq dernières années que pendant la décade qui les a précédées. Dans la fabrication économique et scientifique du ciment, l'industrie du Royaume-Uni peut en vérité rivaliser avec celle de n'importe quel autre pays du monde.

NOTE DE L'EDITEUR.

L'EDITEUR du " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE " international invite les lecteurs de ce journal à lui soumettre des articles en vue de leur publication. Les manuscrits peuvent lui être adressés en Anglais, Français, Allemand ou Espagnol; ils seront traduits dans les trois autres langues par des traducteurs spécialistes.

Ces articles auront trait à toutes les nouvelles idées ou développements sur la fabrication, la chimie ou l'essai des ciments, ou à tous les sujets d'un intérêt général pour l'industrie du ciment. On demande aussi des descriptions et des illustrations de nouvelles usines à ciment dans toutes les parties du monde.

Les constructeurs de matériel d'usine pour la fabrication du ciment sont également invités à nous soumettre toutes les informations et illustrations se rapportant au nouveau matériel qu'ils auraient construit et à son installation.

Ces articles devront être adressés à: The Editor, " CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, Angleterre, sous pli recommandé.

“Plaintes” au sujet du ciment.—I.

Analyse des Recherches.

par H. A. HOLT.

Le diagnostic des causes d'insuccès dans le béton exige quelquefois de la part de celui qui en fait les recherches, un grand pouvoir d'imagination. Il semble que l'idée ait encore cours, que tant qu'il y a présence de ciment, en si faible quantité que ce soit, la nature des autres composants n'est d'aucune importance, pourvu que la masse soit suffisante. L'excellence du ciment Portland moderne est jusqu'à un certain point responsable du développement de cette idée puisqu'il est quelquefois suffisamment fort pour triompher de l'influence nuisible de mauvais aggrégats ou d'une main-d'oeuvre inférieure. Il soutient le béton par lui-même et le rend peut-être juste capable de satisfaire une spécification peu serrée. Un tel béton n'est pas satisfaisant et il est rare qu'à la longue, il soit économique.

Naturellement, ces cas sont de loin la minorité. Le niveau de qualité du béton fait dans ce pays monte régulièrement à mesure que les architectes et les ingénieurs apprécient l'importance d'éléments tels que le choix soigné d'aggrégat et de sable, le contrôle de l'eau de mélange ainsi que les façons de procéder, et de plus en plus ils introduisent dans leur spécification des clauses garantissant ces éléments essentiels.

Les résultats d'examens de laboratoire et d'analyses de nombreux échantillons de béton défectueux ont montré l'existence de beaucoup de fautes distinctes et différentes dont n'importe laquelle eut pu être la cause de l'insuccès. Pour 47 des 400 échantillons examinés, il fut impossible de trouver la cause d'insuccès. On trouva environ 629 causes différentes d'insuccès pour 353 échantillons de béton défectueux, ce qui

montre que dans la grande majorité des cas, la mauvaise qualité du béton était dûe, non à un seul facteur, mais à une combinaison de facteurs qui, réunis, s'étaient manifestés par un béton si peu résistant qu'il ait donné lieu à réclamation. On voit donc, d'après ce qui précède, qu'une recherche n'est pas complète, tant qu'on n'a pas examiné toute cause qui raisonnablement peut-être une cause de dommage. Si l'on met fin aux recherches après la découverte d'une première faute, on peut en conséquence laisser très bien passer une faute beaucoup plus dangereuse. Il faudrait bien comprendre que les recherches que nous allons décrire n'avaient pas trait à des ruptures d'édifices en béton, mais pour la plupart à des plaintes sur la qualité insuffisante du béton pendant la mise en oeuvre ou dans la production d'objets en béton.

Le fabricant de béton de peu d'expérience, s'il trouve que son béton n'est pas tout à fait ce qu'il devrait être, commencera par en accuser le ciment avec une régularité monotone, oubliant tout à fait que le ciment est le seul composant de son béton qui ait été fait scientifiquement, sous le contrôle de chimistes avertis et qu'il y a beaucoup de fautes capables d'avoir pu être causes de l'insuccès selon une plus grande vraisemblance, en ce qui touche un mauvais aggrégat ou une main-d'oeuvre peu soigneuse. Sur les 400 bétons examinés, un seul cas d'insuccès était dû à un mauvais ciment et la cause résidait dans le fait que le ciment était à prise trop rapide. Dans six cas, on trouva que le ciment était éventé, mais ceci était dû à un stockage prolongé, ou fait dans de mauvaises conditions sur le chantier ou au dépôt d'approvisionnement.

Causes de Béton Défectueux.

Pour 56% des cas, environ, la cause de la mauvaise qualité du béton était sous une forme ou sous une autre due à la mauvaise qualité de la main-d'oeuvre: pour le reste des cas, due à la mauvaise qualité des matériaux. Nous donnons ci-dessous, pour les 400 échantillons examinés, une liste des fautes, autant que possible par ordre d'importance.

83 (20,7%) Proportion de ciment trop faible dans le mélange, ce qui se traduit par un béton ou un mortier peu résistant et poreux.

49 (12,3%). Aggrégats souillés de matières organiques, provoquant un retard dans le durcissement du ciment, et dans des cas extrêmes, une absence totale de durcissement. Le nombre en serait plus grand, si ce n'était l'impossibilité fréquente de découvrir par l'analyse du béton, des matières organiques dans un aggrégat.

48 (12%). Mauvais mélange, ou insuffisance du temps de malaxage, provoquant une répartition non homogène du ciment et du sable, avec comme conséquence "indurations" et trous par l'aggrégat.

47 (11,75%). Il fut impossible de retrouver la trace de la cause d'insuccès. Pour beaucoup de ces cas, il fut possible d'en présumer la cause, mais impossible de la prouver, et souvent par manque d'information sur les circonstances entourant l'insuccès. Il est probable que pour d'autres de ces cas la cause en fut à la présence de matières organiques dans l'aggrégat, comme nous l'avons montré plus haut. Les échantillons étaient trop petits et non caractéristiques, les descriptions inexactes ou bien il manquait pour faire les recherches, la connaissance de quelque circonstance locale en rapport avec l'ouvrage et qu'on avait omis de signaler.

43 (10,75%). Excès de glaise ou d'argile dans le sable ou l'aggrégat, sous une forme propre à causer la formation de blocs de sable, ou à re-

couvrir l'aggrégat d'une pellicule, ce qui empêche une adhérence parfaite au ciment. Sous ce rapport la forme sous laquelle se présentent la glaise ou l'argile est beaucoup plus importante que leur quantité effective. Une petite quantité de glaise est beaucoup plus nuisible, si elle forme une pellicule autour de l'aggrégat, qu'une quantité relativement plus grande sous forme d'une poudre libre, pourvu naturellement qu'elle ne soit pas chimiquement nuisible.

36 (9%). Sables beaucoup trop fins, ou présence en excès d'une poussière fine de nature farineuse dans les aggrégats de roche; c'est une faute réparée. Il en résulte un mortier de faible résistance de structure et qui en règle générale n'adhère pas bien au gravier. Une certaine proportion de sable fin est essentielle, mais pas plus nécessaire qu'une proportion plus grande de gros sable. On ne trouva que deux (0,5%) cas seulement où l'on avait employé un sable trop gros sans une quantité suffisante de sable fin. Il en était résulté un béton poreux avec un mauvais parement, vu le peu de mortier riche qui pouvait être travaillé à la surface.

25 (8,7%). Cas d'un excès d'eau de mélange ce qui eut pour résultat une sérieuse diminution dans la résistance du béton, particulièrement dans les premiers jours, ainsi qu'une décantation des éléments du mélange et quelquefois des fissures dues au retrait. Ce chiffre ne représente pas véritablement le nombre de bétons dans lesquels le mélange fut trop humide, car bien qu'à l'apparence du béton on puisse avoir l'idée d'un excès d'eau de mélange, il est fréquemment impossible de le prouver par l'analyse. Dans quinze cas (3,75%), une insuffisance dans la quantité de l'eau de mélange se traduisait par un ciment imparfaitement motillé, un manque de résistance et d'homogénéité, ainsi qu'une augmentation de la porosité.

34 (5,5%). Exemples de mauvaises proportions dans la gamme des grossseurs de l'aggrégat, dans lesquels il y eut trois cas d'insuffisance de la dimension moyenne. Dans la majorité des 31 autres cas, les aggrégats étaient d'une dimension inadéquate pour l'ouvrage, ce qui se manifestait par un mauvais blocage, de la porosité, et une protection défectueuse des armatures.

34 (8,5%). Excès de sable dans le mélange, se traduisant par un béton peu résistant, puisque la surface totale du sable est plus grande que la surface du gros gravier et nécessite donc pour être recouverte une plus grande quantité de ciment. Il y eut 22 cas (5,5%) d'insuffisance de sable dans le mélange et ceci est une faute beaucoup plus sérieuse, qui se traduisait par un béton poreux avec induration d'aggrégat.

25 (6,5%) Insuccès dûs, en totalité ou en partie, à une mauvaise main-d'œuvre dans le coulage ou le damage du béton, ce qui donne une masse mal agglomérée, poreuse et peu résistante. Si un béton de ce type est armé, il est à craindre que les barres ne soient pas convenablement enrobées et recouvertes, ce qui surait pour effet l'insuccès dû à la faiblesse de structure ou à la rouille des aciers.

23 (5,75%). Exemples d'excès de charbon dans les aggrégats tels que mâchefer et clinker, se traduisant par un gonflement du béton avec fissures et éclatement.

20 (5%). Exemples de présence de soufre sous forme de sulfures rencontrés dans des aggrégats tels que le spath, le laitier éteint, le mâchefer, le clinker, ayant pour effet de retarder le durcissement et de provoquer l'éclatement du béton par oxydation des sulfures. Fréquemment cet insuccès est dû pour une part à la porosité du béton. Il y eut treize cas (3,25%) d'aggrégats contenant du soufre sous forme de sulfates, tels que le spath, le mâchefer, le clinker ou le laitier, causant une fissuration progressive et enfin la désaggrégation.

19 (4,75%). Cas de manques de soins, tels que l'absence de protection contre la gelée, le soleil et les vents desséchants, ainsi que contre un séchage trop rapide dû à d'autres causes. Ce chiffre serait plus élevé, n'était la difficulté de prouver cette faute, soit par l'examen à vue, soit par l'analyse.

15 (3,75%). Cas d'emploi d'aggrégats anguleux ou trop arrondis, causant des trous et des vides et par conséquent, faible résistance et porosité.

14 (3,5%). Aggrégats dépourvus d'une contexture résistante tels que les grès tendres et les roches éruptives se désagréant. Ces aggrégats tendent à se rompre sous le damage ou quand le béton est en compression et forment naturellement des poches, points faibles.

9 (2,25%). Insuccès dûs à l'action des produits chimiques industriels à l'influence desquels le béton fut soumis sans protection ou avec une protection insuffisante.

8 (2%). Aggrégats souillés de gypse ou de plâtre, tels que des briques malpropres réduites en poudre, causant la prise rapide du ciment.

7 (1,75%). Cas d'excès de vides dans le béton, dont les causes ne purent être prouvées par l'examen, mais probablement dûs à un certain concours de plusieurs circonstances. Dans deux cas cependant, la cause en fut le coulage du béton dans une eau courante qui entraîna une grande partie du ciment et du sable.

6 (1,5%). Exemples de ciment éventé, dûs à un stockage prolongé ou mal conditionné, causant un retard de la prise et dans les cas extrêmes, du durcissement aussi.

5 (1,25%). Cas de présence de matières carbonées dans l'aggrégat causant un retard au durcissement.

4 (1%). Insuccès dûs à un mélange de Portland et de ciment alumineux, causant une prise extrêmement rapide.

4 (1%). Exemples de dosages trop forts. Dans chaque cas l'échantillon

était un ciment pratiquement pur, qui de fait présentait des fissures pernicieuses.

3 (0,75%). Aggrégats contenant un excès de végétaux comme des feuilles ou de l'herbe, ce qui tout à fait en dehors de l'action de la matière organique sur le ciment, diminue physiquement la résistance du béton.

1 (0,25%). Insuccès dû à un aggrégat contenant de la chaux libre qui provoqua le gonflement et la rupture du béton.

1 (0,25%). Insuccès causé par une insuffisance de protection des armatures, ayant pour effet l'oxydation et par conséquent l'augmentation de volume de l'acier.

1 (0,25%). Exemple unique de ciment défectueux. Le ciment était à prise rapide et le béton ne peut être libéré des aires.

Comme nous l'avons déjà dit, dans 90% des échantillons de béton, on trouva au moins deux fautes bien définies, mais dans beaucoup de cas, il y eut plus de deux mauvaises influences agissant sur les résultats. Nous donnons ci-dessous quelques détails, de cas particuliers où l'insuccès est dû à un concours de plusieurs facteurs.

Absence de Durcissement.

On étudia un cas d'insuccès dans lequel le béton n'avait pas durci de façon satisfaisante et était très peu résistant. L'analyse révéla que les proportions employées étaient de 3,2 parties de scorie, pour 0,8 partie de sable et 1 partie de ciment. La gradation des différentes grosseurs d'aggrégat était mauvaise, puisqu'il n'y avait pas de matériau moyen; le sable était exagérément fin et contenait un excès de glaise; en outre, il était en quantité insuffisante; bien plus, l'analyse révéla la présence d'une trace de soufre, sous forme de sulfure et d'anhydride sulfurique, en excès d'au moins 2 pour cent sur la quantité ordinaire, admissible dans un ciment. Enfin s'ajoutant aux autres défauts, le ciment était éventé, bien que des essais aient

montré qu'il était encore conforme au B.S.S. On découvrit plus tard que le ciment avait été emmagasiné pendant quelque temps sur le chantier dans de mauvaises conditions. Il n'était pas surprenant avec l'existence de tous ces défauts, que le béton possédât peu de résistance et que le durcissement du ciment ait été retardé.

Dans un autre cas, où le béton n'avait pas durci, la couleur de l'échantillon était: biscuit clair; la faute en était d'abord à un excès d'eau de mélange, ce qui se traduit fréquemment par une couleur très claire du béton; et en second lieu à un excès d'argile dans le gravier. Après la rupture du béton, on put sortir de leurs alvéoles les pierres qui apparurent parfaitement propres, laissant derrière elles des cavités, revêtues intérieurement de l'argile qui, à l'origine, avait recouvert les pierres sous forme d'une pellicule. Le béton avait été mal mélangé et les grosseurs des graviers mal proportionnées; il en était résulté la production de "trous" et la formation de vides.

Dans un autre cas encore, où le béton n'avait pas durci de façon satisfaisante, l'insuccès était dû au concours des fautes suivantes: il y avait trop de sable dans le mélange, les aggrégats contenaient un excès de glaise et aussi de matières organiques; le sable était extrêmement fin, le malaxage avait été mauvais; il était aussi permis de supposer l'emploi d'une quantité anormale d'eau de mélange, le béton insuffisamment protégé avait été attaqué par la gelée. Il serait difficile de voir comment celui qui fit ce béton aurait pu faire plus de fautes, et pourtant, c'est le ciment qu'il accusa pour cet échec.

Dosage et Impuretés du Sable.

On obtint à ce sujet des résultats intéressants au cours de recherches sur la résistance des mortiers en employant trois différents sables: A, B et C. Le sable "A" était du sable gros et ne contenait pas de glaise. Le sable

"B" était presque identique à "A" comme grosseur et contenait 12,5% de glaise. Le sable "C" était du sable fin et contenait 12,5% de glaise semblable à celle que contenait "B." On fit pour chaque échantillon respectivement des cubes de trois parties de sable pour 1 partie de ciment Portland à durcissement rapide, et on les brisa au bout de 24 heures ou de 7 jours :

Sable "A"		Sable "B"		Sable "C"	
24 heures.	7 jours.	24 heures.	7 jours.	24 heures.	7 jours.
kg/cm ² .		kg/cm ² .		kg/cm ² .	
273	651	161	539	112	490
245	630	157,5	525	112	490
238	602	154	490	112	490
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
252	627	157	518	112	490

Il est intéressant de remarquer les diminutions de résistance dues séparément et indépendamment l'une de l'autre à la glaise et à une trop grande proportion de sable fin. Le sable gros "B," sale, bien qu'approximativement de la même grosseur que le sable gros "A," propre, donne des résultats sensiblement inférieurs, ce qui est dû à la présence de la glaise. Le sable fin "C" donne des résultats inférieurs à ceux du sable gros "B" ce qui est dû à la différence de grosseur puisque la caractéristique et la quantité de l'argile dans chacun des sables sont les mêmes. Dans ce cas particulier il n'y avait aucunement présence de matières organiques, mais il arrive très fréquemment que les sables de sablières, contenant de la glaise, soient souillés de matières organiques. Dans le cours des temps un dépôt de sable ou de roches sédimentaires, se trouve recouvert de couches successives de végétaux en décomposition, ou de tourbe : la pluie lave la matière organique et l'entraîne dans le sable qui, fonctionnant comme filtre retient la matière organique et laisse passer l'eau purifiée. Il n'est pas rare que le sable à la partie supérieure de la sablière, juste au dessous de cette charge supérieure recueille la plus grande partie de cette matière végétale, le sable de la partie inférieure étant pratiquement exempt de toute impureté.

Matières Organiques Dans l'Aggrégat.

Bien qu'on trouve surtout des matières organiques dans les sables et les graviers de carrière, on a parfois rencontré des exemples où d'autres aggrégats, tels que les pierres calcaires, les granits, et les sables de rivière, contaminés par des matières organiques aient été la cause

d'insuccès. Dans un de ces cas on découvrit que le béton d'un mur de soutènement qui, après neuf jours, n'avait encore donné aucun signe de durcissement avait été fait avec un aggrégat qui consistait en brique concassée. On découvrit que celle-ci à l'examen était exempte de tout composé usuel, nuisible au ciment que l'on rencontre parfois dans la brique, et ce ne fut qu'après qu'on eût fait l'essai à la soude caustique en dernière ressource que fut révélée la présence surprenante de matières organiques en quantités propres à retarder sérieusement le durcissement du ciment.

Matières Carbonées.

Les matières carbonées sont distinctes des matières organiques, mais quand on les trouve dans le sable ou l'aggrégat, elles ont sur le ciment un effet semblable. On les trouve quelquefois sous la forme de lignite, particulièrement dans les sables de carrière d'Ecosse et d'Irlande. On a vu des exemples où l'absence de durcissement et la difficulté d'un béton à sécher s'étaient produites seulement par petites places en des endroits très localisés et à l'examen on trouva que le noyau de ces enclaves était un petit morceau de lignite. Naturellement plus le lignite est divisé finement, plus sa répartition au milieu de l'aggrégat sera étendue et plus généraux et marqués seront ses effets pernicieux.

(A suivre.)

Agrandissements de l'usine à ciment Portland de Groschowitz (Haute-Silésie).

Au printemps de 1927, la "Schlesische Portland-Cement-Industrie A.-G.," d'Oppeln (Silésie) désirait agrandir considérablement sa cimenterie de Groschowitz (Haute-Silésie). L'installation existante fabriquait du Portland artificiel par voie humide (procédé par pâte épaisse), et produisait 200 tonnes par jour. Il s'agissait d'augmenter cette production de 500 tonnes, et le projet prévoyait l'éventualité d'extensions futures qui permettront de porter la production totale à 1200 tonnes par jour. Les fouilles de fondation ont commencé pendant l'automne de la même année, et la nouvelle installation, dont tout l'équipement mécanique a été fourni par les usines Krupp (Grusonwerk) de Magdebourg, a pu être mise en route le 1^{er} octobre de l'année suivante.

Les matières premières, extraites à la carrière par des excavateurs à pelle (fig. 1, page 298), sont chargées directement dans des wagonnets à benne ouvrante d'une contenance de 6 tonnes. Le déchargement à l'usine s'opère à l'aide d'un pont roulant de 10 tonnes (fig. 2, page 299). Le pont soulève les bennes de leurs wagonnets, et les vide, de façon automatique, dans les silos d'alimentation de deux concasseurs à marteaux. Ces engins, qui peuvent passer 250 tonnes de calcaire à l'heure, reçoivent la pierre en quantités régulières grâce à un transporteur à tablier métallique de construction très robuste. Un second pont roulant équipé d'une benne preneuse (fig. 3, page 299), reprend le calcaire concassé et le transporte dans les silos de réserve installés au-dessus des tubes broyeurs à pâte.

Ces engins, de même d'ailleurs que tous les autres tubes broyeurs de la nouvelle installation, sont munis de la commande "Centra" (fig. 4, page 300). Dans ce système de commande, le tube est accouplé directement, par un arbre à joints universels, à un réducteur de précision dont les engrenages marchent dans un carter fermé à bain d'huile. Les tubes, de 2,2 m de diamètre et 13 m de long, sont agencés en tubes "compound" à trois chambres. Le produit de la mouture est une pâte épaisse à 40% d'eau, dont le refus sur le tamis de 4900 mailles représente 5% de la matière sèche. Chaque tube permet de travailler 36 tonnes de marchandise sèche à l'heure, en absorbant 600 CV.

La pâte crue est reprise par un élévateur pneumatique "Mammut" et remontée dans un bac de réserve où elle est brassée au moyen de pompes "Mammut" et par injection d'air comprimé.

L'usine comportait déjà des fours rotatifs de 3 m de diamètre et 50 m de long. On a ajouté deux nouveaux fours de 3,50 m de diamètre et 55 m de longueur (fig. 5, page 301). Les fours et leurs refroidisseurs sont attaqués par l'intermédiaire de réducteurs à engrenages de précision. Leurs galets de roulement sont montés sur paliers à graissage automatique par bagues entraînées.

Chacun de ces deux fours est suivi d'une chaudière de récupération ayant une surface de chauffe de 1000 m² (fig. 6, page 301). Cette installation de récupération fournit la vapeur en quantité suffisante pour faire fonctionner toute la nouvelle installation. Les gaz de combustion quittent la chaudière à

une température d'environ 180-200° C; ils sont aspirés par deux ventilateurs, qui les rejettent dans une cheminée.

Au sortir des refroidisseurs, les clinkers sont pesés automatiquement, puis tombent sur un convoyeur qui les transporte dans le hall aux clinkers, parcouru par un pont roulant de 30 mètres de portée (fig. 7, page 302). Cet engin, dont les chemins de roulement ont 100 m de long, reprend les clinkers au moyen d'une benne preneuse de 4 mètres cubes, et les répartit uniformément sur le sol du hall. Ce mode de manutention des clinkers a donné des résultats favorables, car il permet d'utiliser en totalité la surface couverte du hall; en outre, les dégagements de poussière dans le hall sont réduits à fort peu de chose, ceci parce que les clinkers ne tombent que d'une faible hauteur.

Pour la mouture, les clinkers sont repris par le même pont roulant et déversés dans une trémie qui alimente les tubes broyeur par l'intermédiaire de courroies de transport et d'élévateurs à godets.

En avant de chaque tube broyeur sont disposés deux alimentateurs-doseurs à plateau rotatif, appareils à débit régulier et réglable avec précision, dont l'un sert à la distribution des clinkers et l'autre à celle du gypse. Les tubes broyeur, du type "compound" à trois chambres, ont 2,2 m de diamètre sur 13 m de longueur, et chacun d'eux passe 19000 kg de clinkers à l'heure. Le ciment moulu ne donne que 10% de refus au tamis de 4900 mailles par centimètre carré. La commande "Centra," également adoptée pour ces engins, leur garantit un fonctionnement très sûr, grâce surtout à la suppression du grand engrenage d'entraînement.

A la sortie des tubes broyeur, qui sont raccordés à une installation d'aspiration des poussières, le ciment est pesé, puis emporté par des convoyeurs à courroie et des élévateurs à godets dans six grands silos ayant 13,2 m de diamètre sur 25 m de hauteur. La reprise aux silos s'effectue au moyen d'extracteurs à vis montés sur chariots. Ces extracteurs alimentent, au moyen de vis transporteuses et d'élévateurs à godets, quatre ensacheurs capables de remplir en une heure jusqu'à 3600 sacs de 50 kg. Une fois fermés, les sacs sont emportés par un transporteur à courroie, qui les amène automatiquement à proximité immédiate des wagons d'expédition.

Les fours sont chauffés au charbon pulvérisé. Le déchargement et la mise sur parc du charbon sont effectués par un pont roulant muni d'une benne preneuse automatique, qui dessert également les silos surmontant les séchoirs à charbon. Ces séchoirs (système tubulaire chauffé à la vapeur) sont d'un type nouveau en cimenterie. Ils ont l'avantage d'être faciles à conduire, de permettre un réglage précis de la chauffe et de consommer fort peu de chaleur. Les poussières de charbon entraînées hors des séchoirs par les buées sont intégralement récupérées dans une installation de captation spéciale.

La pulvérisation du charbon est assurée par deux tubes broyeur "compound" à trois chambres. Ces broyeur, également munis de commandes "Centra," ont 1,55 m de diamètre et 9 m de longueur. La poudre obtenue laisse 10% de refus sur le tamis de 4900 mailles au cm². Elle est envoyée aux divers points de consommation par des pompes Fuller.

Presque toutes les machines sont à commande individuelle. La commande électrique des machines à marche lente s'effectue par l'intermédiaire de réducteurs Krupp à roues de friction, brevet Garrard (fig. 8, page 302) ou de réducteurs de précision en carter fermé. Les moteurs des tubes broyeur et des concasseurs à marteaux sont alimentés sous haute tension (5000 volts); les autres moteurs sont établis pour courant triphasé 500 volts.

"Fausse Prise" du Ciment Portland.

Par D. K. MEHTA.

(CHIMISTE PRINCIPAL DE L'UNITED CEMENT COMPANY OF INDIA.)

En égard à l'intérêt que les fabricants de ciment de l'Inde prennent à la lecture de votre journal, ma contribution à la discussion ouverte dans vos colonnes au sujet de la "fausse prise" du ciment peut-être de quelque intérêt pour vos lecteurs.

Un de vos correspondants (Avril 1929) prétend que cette fausse prise peut-être provoquée artificiellement dans tout ciment bien fait en élevant la température du moulin finisseur jusqu'à des valeurs suffisamment élevées, c'est-à-dire 110° centigrades et au dessus; et l'explication donnée est que "la totalité du gypse se trouve transformée en anhydrite, perdant ainsi sa solubilité et son efficacité comme retardateur de la vitresse de réaction." Si l'on acceptait cet exposé comme représentant exactement ce qui se passe, nous autres, dans l'Inde, ferions toujours du ciment présentant cette fausse prise, car je doute que, dans l'Inde, un matériel puisse broyer du ciment à une température inférieure à 110° centigrades sans dispositif de refroidissement des broyeurs. Il existe à la connaissance de l'auteur un cas de ciment sorti du moulin finisseur à la température de 149° centigrades et au-dessus et présentant une prise tout à fait normale.

L'explication que la température élevée dans le broyeur est la cause de "fausse prise" ou de prise rapide, comme le déclare ce correspondant et aussi "C.E.H." dans votre numéro de Mai 1929, n'est pas pleinement convaincante, car les données réunies par l'auteur dans ses expériences ne sont pas faites pour la confirmer. Dans le cas où la température élevée du ciment dans les broyeurs engendre la prise rapide, la cause fondamentale doit en être plutôt recherchée dans la qualité du clinker, c'est-à-dire dans les con-

ditions physiques touchant la cuisson dans le four, etc. . . Il est parfaitement possible que la température élevée puisse être une cause qui contribue à la prise rapide dans le cas d'un clinker, qui selon toute apparence extérieure paraît être tout à fait bien cuit, mais qui n'a pas été soumis à la température correcte dans la zone de clinkérisation, ou qui n'est pas resté dans cette zone un temps suffisamment long. Il serait difficile de prouver que cette explication est la bonne, mais le fait qu'un clinker bien cuit, broyé à une température de 149° centigrades et au dessus, n'est pas à prise rapide, paraît, d'une manière concluante, prouver que la température élevée n'est la cause principale, ni de la fausse prise, ni de la prise rapide. L'auteur rencontra une fois cette difficulté de la "prise rapide" qui lui causa beaucoup d'inquiétudes et d'ennuis et à laquelle il remédia finalement en abaissant la température du broyeur; mais lorsque plus tard la question de la température fut négligée et que cette dernière fut portée au dessus de 149° centigrades pendant longtemps, et qu'aucune prise rapide n'en résulta, il fut prouvé définitivement que dans le premier cas la cause fondamentale devait avoir été les conditions physiques touchant la cuisson dans le four (la composition chimique et la finesse de mouture des matières premières étant la même dans les deux cas).

L'explication courante donnée à l'appui de la thèse qui attribue à la température élevée la responsabilité de la prise rapide est que le gypse se déshydrate, soit partiellement, soit entièrement. Supposons qu'il en soit ainsi; cela aurait-il de l'influence sur le temps de prise? Non, car n'importe quelle forme de sulfate de calcium

devrait être un retardateur aussi bon que le gypse. R. K. Meade qui a pratiqué jusqu'au bout ses expériences sur les mélanges de chaux sulfatées anhydres, comme retardateurs, dit: "L'usage constant et croissant de cette roche (chaux sulfatée anhydre) est une preuve qu'elle a les qualités propres à un retardateur. Sans tenir compte de tous les essais de laboratoire, le record impressionnant de la consommation actuelle des mélanges de chaux sulfatée anhydre est la meilleure preuve possible de leur valeur.* Il serait à la fois intéressant et instructif que les fabricants qui ont fait des essais sur cette difficulté du temps de prise décrivassent leurs expériences et suggérassent des voies possibles d'investigation.

Pendant que je suis sur ce sujet, j'aimerais dire quelques mots sur un phénomène particulier que j'ai rencontré dans mes recherches sur le début de la prise. Il y a quelques échantillons qui présentent à l'aiguille de Vicat un commencement de prise au bout de 10 à 15 minutes, mais si on prolonge les observations, on trouve que quinze minutes plus tard, l'aiguille de Vicat pénètre sur toute sa longueur, montrant ainsi que la prise

initiale observée la première fois était fausse et que la seconde prise a lieu tout à fait normalement au bout d'environ 70 à 100 minutes. Il serait intéressant de savoir si d'autres personnes ont rencontré une telle particularité des ciments.

En ce qui concerne la question posée par "C.E.H." en corrélation avec le temps de prise: "Est-ce que le B.S.S. est semblable aux ciments Portland ordinaires et à durcissement rapide?" il est difficile de voir pourquoi il ne le serait pas. Le ciment à durcissement rapide diffère du ciment ordinaire par ses qualités de durcissement seulement et non pas par ses qualités de prise. Un ciment à prise rapide sera toujours à prise rapide quelque soit le pourcentage d'eau dont on s'est servi pour le gâchage ou quelqu'ait été la durée du gâchage. Si un ciment fait prise au bout d'un temps normal (c'est-à-dire supérieur à 30 minutes) en utilisant plus d'eau ou par un gâchage plus long, il n'est évidemment pas à prise rapide, ceci sans préjuger de son durcissement rapide ou non.

* Pour les détails sur les expériences voir "Rock Products," Novembre 24, 1928, pages 55-58.

INTERNATIONAL

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

Tarif des Abonnements.

À cause de l'accroissement considérable du prix de revient de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" sous sa nouvelle forme, il est devenu nécessaire d'élever le prix du numéro à 2 schellings. Le prix de l'abonnement annuel (y compris les frais de port pour tous pays) est de 24 schellings (Frs. 150). Les abonnés actuels, portés sur nos listes et dont l'abonnement est payé d'avance continueront à recevoir la publication aux anciennes conditions, jusqu'à expiration de leur abonnement.

Les abonnements annuels doivent être adressés à "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1, Angleterre, et les publications seront adressées par la poste, régulièrement chaque mois, pour la durée de l'abonnement.

L'industrie japonaise du ciment Portland.

LES caractéristiques suivantes se rapportant aux usines japonaises de ciment Portland ont été publiées par l'Association Japonaise du Ciment Portland en date de Novembre 1929. La progression de cette industrie durant ces quelques dernières années est indiquée dans le tableau suivant :—

Année	Capital investi (millions de francs)	Production de ciment (tonnes)
1920	490	1 350 598
1921	586	1 551 133
1922	636	1 856 860
1923	691	2 239 045
1924	800	2 195 434
1925	822	2 504 132
1926	962	3 200 844
1927	1 234	3 527 979
1928	1 370	3 820 671

L'amélioration de la qualité du ciment Portland japonais est montrée dans le tableau suivant, donnant un résumé des changements dans les spécifications gouvernementales depuis 1905.

Date de la révision.	Finesse.	Mortier 1 : 3		Ciment en pâte pure.	
		Résistance à la compression	Résistance à la traction	Résistance à la traction	Résistance à la traction
		en kg/cm ² 7 jours. 28 jours.	en kgs/cm ² 7 jours. 28 jours.	en kgs/cm ² 7 jours.	en kgs/cm ² 7 jours.
Février 1905	Résidu sur tamis 900/cm ² (diamètre du fil : 0,1 m/m) 10%	— 120	7	15	25
Décembre 1909	Résidu sur tamis 900/cm ² (diamètre du fil : 0,1 m/m) 5%	— 120	8	16	25
Juin 1919	Résidu sur tamis 900/cm ² (diamètre du fil : 0,1 m/m) 3%	— 140	10	18	30
Avril 1927	Résidu sur tamis 4900/cm ² 17%	— 210	14	21	40
En révision	Résidu sur tamis 4900/cm ² 12%	220 300	20	25	—

Les notes suivantes donnent des détails relatifs aux usines actuellement en service au Japon.

Asano Portland Cement Co., Ltd.—Usines à Tokio, Moji, Hokkaido, Kawasaki, Taiwan, Osaka, Nishitama. Capacité totale 5700 t. par jour.

Usine de Tokio.—Procédé par voie sèche. Matières premières : chaux rapide et argile. Installation de broyage : 2 broyeurs à rouleau unique de 0 m 61 par 0 m 81 ; un moulin à vis de 5 m 50.

Moulins à matière première : huit moulins durs doubles de 1 m 8 par 3 m 5 ; huit sélecteurs de 2 m 8. Quatre fours rotatifs de 2 m 4 par 36 m. Un sécheur à charbon de 1 m 8 par 18 m. Un moulin à charbon. Moulins finisseurs : trois moulins "Compeb" de 2 m 1 par 7 m 3. Trois emballeuses "Bates."

Installation de Moji.—Voie sèche. Matières premières : pierre à chaux, argile, grès dur et scorie. Installation de broyage : pour l'argile, un broyeur à rouleau unique, un moulin Frett, deux broyeurs à marteau : pour la pierre à chaux, deux moulins à vis. Moulins à matière première : quatre moulins "Compeb" de 2 m 134 par 7 m 35, un moulin dur double de 1 m 778 par 3 m 658. Fours : quatre fours rotatifs de 3 m 7 par 3 m par 60 m 96 ; cinq fours rotatifs de 2 m 13 par 24 m 38. Trois sécheurs à charbon de 1 m 6 par 18 m. Deux moulins à charbon de 1 m 95 par 11 m. Moulins finisseurs : cinq moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 31 ; un moulin à tubes pour scorie de 1 m 83 par 9 m 7 ; un moulin "Unidan" de 2 m 2 par 1 m 22.

Installation de Hokkaido.—Voie sèche. Matières premières : pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour l'argile : un broyeur à marteau, un broyeur à mâchoires ; pour la pierre à chaux : deux moulins à vis. Moulins à matière première : dix-sept moulins "Fuller" de 1 m 07. Fours : deux fours rotatifs de 2 m par 30 m ; un four rotatif de 2 m 74 par 60 m 9. Traitement du combustible : deux sécheurs à charbon Ruggles-Cole de 1 m 83 par 18 m 3 ; quatre moulins "Fuller" de 1 m 07. Moulins finisseurs : quatre moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 32. Bâtiment d'emballage : vingt machines emballeuses oscillantes à barils, trois emballeuses "Bates."

Installation de Kawasaki.—Voie sèche. Matières premières : pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour l'argile : un broyeur à rouleau unique, deux broyeurs à marteau, cinq broyeurs à deux rouleaux ; pour la pierre à chaux : cinq broyeurs "Gates." Moulins à matière première : dix moulins durs de 1 m 72 par 3 m 48 ; un moulin "Unidan" de 2 m 2 par 12 m ; deux moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 35. Fours : deux fours rotatifs de 2 m 74 par 54 m 86 ; deux fours rotatifs de 2 m 74 par 60 m 96. Traitement du combustible : deux sécheurs à charbon Ruggles-Cole de 1 m 83 par 18 m 28 ; sept moulins Fuller de 1 m 07. Moulins finisseurs : un moulin "Compeb" de 1 m 83 par 6 m 7 ; cinq moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 31. Bâtiment d'emballage : dix-huit machines emballeuses oscillantes à barils ; quatre emballeuses Bates ; deux emballeuses rotatives.

Installation de Taiwan.—Voie sèche. Matières premières : pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour l'argile : deux moulins à vis ; pour la pierre à chaux : un broyeur Gates. Moulins à matière première : quatre moulins durs doubles de 1 m 6 par 3 m 5. Fours : un four rotatif de 2 m 75 par 54 m 35. Traitement du combustible : un sécheur à charbon Ruggles-Cole de 1 m 83 par 15 m 24 ; un moulin Fuller de 1 m 12 ; deux moulins Fuller de 84 cm. Moulins finisseurs : un moulin "Ballpeb" de 2 m 13 par 5 m 49 ; un moulin tubulaire

combiné de 2 m 13 par 7 m 32; un moulin dur double, de 1 m 6 par 3 m 5. Bâtiment d'emballage: huit machines emballeuses oscillantes à barils; une emballeuse Bates.

Installation d'Osaka.—Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour l'argile: un broyeur à deux rouleaux: pour la pierre à chaux: un broyeur à mâchoires. Moulins à matière première: un moulin broyeur à boulets de 2 m 13 par 6 m 3. Fours: deux fours rotatifs de 2 m 25 par 38 m 1. Traitement du combustible: deux sécheurs rotatifs à charbon, un moulin tubulaire de 1 m 52 par 6 m 10. Moulins finisseurs: un moulin "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 32. Bâtiment d'emballage: deux emballeuses à barils; une emballeuse Bates.

Installation de Nishitama.—Procédé humide. Matières premières: pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour l'argile: deux broyeurs à marteau; pour la pierre à chaux: un broyeur McCully. Moulins à matière première: trois moulins tubulaires de 12 m par 2 m 2. Fours: deux fours rotatifs de 60 m par 3 m 15 par 3 m 45. Deux sécheurs à charbon de 18 m 6 par 1 m 8; deux moulins tubulaires de 7 m 2 par 1 m 95. Moulins finisseurs: trois moulins tubulaires de 12 m par 2 m 2. Bâtiment d'emballage: deux emballeuses Bates.

Chichibu Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 1 200 t. Voie sèche: quatre groupes; voie humide: un seul groupe. Matières premières: pierre à calcaire dure et argile schisteuse.

Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha.—Voie humide. Matières premières: chaux boueuse (produit secondaire de la fabrication du sulfate d'ammonium) et argile (extraite de la carrière située dans l'île Amakusa, à une distance de 64 kms de la côte). Installation de broyage: moulin tubulaire de 1 m 29 par 3 m 96; moulin tubulaire de 1 m 35 par 7 m 62. Un four rotatif, de 45 m 75 par 2 m 28. Moulins finisseurs: deux moulins tubulaires combinés de 1 m 778 par 6 m 7.

Hitachi Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 110 t. Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux et argile. Un broyeur à pierre à chaux, un broyeur à mâchoires, un broyeur à argile, un broyeur à rouleau. Moulins broyeurs à matière première: un moulin à compartiments tubulaire et à boulets de 1 m 67 par 7 m 62. Four rotatif: un four de 36 m 57 par 2 m 43. Broyeur à charbon: un moulin tubulaire à boulets de 1 m 37 par 4 m 572. Moulin finisseur: un moulin à meule supérieure striée de 2 m 44; un moulin à compartiments tubulaire et à boulets de 1 m 67 par 7 m 62; un moulin à compartiments tubulaire et à boulets de 2 m 2 par 9 m 4, en construction.

Hokoku Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 1 100 t. Voie sèche. Matières premières: argile, pierre à chaux, cendre de pyrite ou scorie de cuivre. Fours—installation de Moji: quatre groupes. Installation de Nagoya: deux groupes. Installation de Saga: deux groupes. Traitement du combustible—machines de séchage du charbon: installation de Moji, trois; installation de Nagoya, deux; installation de Saga, une seule. Machines de broyage de charbon: installation de Moji, quatre; installation de Nagoya, quatre; installation de Saga, une seule.

Iwaki Cement Co., Ltd.—Production annuelle: 450 000 t.

Mikawa (Portland) Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 110 t. Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux et argile.

Nanao Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 540 t. Voie humide. Matières premières: grès calcaire et terre de diatomées et argile très riche en

alumine. Installation de broyage: un broyeur Titan pour le grès; un broyeur Titan pour la calcite. Moulins à matière première: deux moulins Solo de 12 m par 2 m 2. Fours: deux fours Solo de 70 m. Traitement du combustible: une installation de construction spéciale pour le séchage et la pulvérisation du charbon, avec deux tambours sècheurs et deux moulins Solo. Moulins finisseurs: deux moulins Solo de 13 m par 2 m 2. Bâtiment d'emballage: une emballeuse Bates; trois emballeuses Exilor.

Nippon Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 950 t. Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour la pierre à chaux: un broyeur McCully de 60 cm; un broyeur McCully No. 8; un broyeur à marteau de 91 cm 5 par 1 m 22. Pour l'argile: un broyeur à un seul rouleau de 61 cm par 81 cm 5; deux broyeurs à marteau. Moulins à matière première: deux moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 93; deux moulins tubulaires combinés de 2 m 13 par 7 m 32; quatre séparateurs de 4 m 27 de diamètre. Fours rotatifs; deux de 2 m 44 par 38 m 10; deux de 2 m 28 par 38 m 10; deux de 3 m 05 par 50 m. Traitement du combustible; un sécheur à charbon de 1 m 52 par 15 m 25; un sécheur à charbon à double ossature de 2 m par 13 m 72; deux moulins tubulaires de 1 m 52 par 6 m 7; un moulin tubulaire combiné de 1 m 83 par 5 m 50. Moulins finisseurs: deux moulins "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 93; deux moulins tubulaires combinés de 2 m 13 par 7 m 93; deux séparateurs de 4 m 27 de diamètre. Bâtiment d'emballage: deux emballeuses Bates; six machines de mise en barils.

Nippon Chisso Hiryo Kabushiki Kaisha.—Production quotidienne: 120 t. Voie semi-humide. Matières premières: chaux éteinte, argile, grès dur et cendre de pyrite. Installation de broyage: deux broyeurs à déchets; un broyeur à rouleau. Moulins à matière première: deux fours rotatifs, deux moulins tubulaires associés; un sécheur à argile; trois moulins tubulaires. Traitement du combustible: quatre pulvérisateurs à charbon; un sécheur à charbon. Moulins finisseurs: quatre moulins tubulaires à ciment. Machines d'emballage: deux.

Oita Cement Co., Ltd.—Production annuelle: 515 000 t. Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux, argile, argile siliceuse et gypse. Sècheurs: six sècheurs rotatifs à argile. Installation de broyage: six broyeurs Gates. Moulins à matière première: quatre moulins "Compeb"; un moulin à compartiments; deux moulins tubulaires. Fours rotatifs; huit groupes. Traitement du combustible: quatre sècheurs rotatifs; cinq broyeurs. Moulins finisseurs: quatre moulins "Compeb"; un moulin tubulaire combiné; deux moulins tubulaires. Bâtiment d'emballage: vingt machines de mise en barils; onze machines de mise en sacs; une emballeuse Bates.

Onoda Cement Co., Ltd.—Production annuelle: 1 050 000 t.

Osaka Yogyo Cement Co., Ltd.—Production quotidienne: 860 t. Voie sèche. Matières premières: pierre à chaux dure, argile schisteuse, aluminite et produits de déchet de la fabrication de l'alun. Installation de broyage—pour la pierre à chaux: deux broyeurs à mâchoires, de 101 cm par 76 cm; deux machines à marteau de 1 m 22 par 81 cm; pour l'argile schisteuse: broyeur à rouleau de 17 m par 46 cm. Moulins broyeurs et moulins à matière première se trouvant à la fabrique: un broyeur à mâchoires de 76 cm par 101 cm; deux moulins à marteau de 1 m 22 par 81 cm; deux sècheurs à argile et à pierres de 2 m 44 par 21 m 35; un moulin primaire de broyage de l'argile, à compartiments de 1 m 83 par 6 m 40; deux moulins primaires de broyage des pierres à compartiments de 2 m 13 par 7 m 93; un moulin broyeur malaxeur et finisseur de 2 m 13 par

7 m 93; un moulin de broyage de la matière première humide à compartiments de 2 m 13 par 7 m 93; un moulin employé pour broyer une deuxième fois la substance humide de 1 m 37 par 6 m 70; quatre sélecteurs de 4 m 27. Fours rotatifs: deux de 3 m par 3 m 38 par 61 m; un de 3 m par 3 m 53 par 64 m 66; deux refroidisseurs rotatifs de 2 m 74 par 15 m 25. Traitement du combustible deux sècheurs à double ossature de 1 m 83 par 18 m 30; deux moulins à compartiments de 1 m 83 par 6 m 40; moulins finisseurs: quatre moulins à compartiments de 2 m 13 par 7 m 93, avec séparateurs à vent de 4 m 25. Bâtiment d'emballage: vingt-quatre machines vibrantes de mise en barils; quatre machines Bates de mise en sacs, à deux tubes.

Toa Cement Co., Ltd.—Production annuelle: 120 000 t. Matières premières: pierre à chaux et argile. Installation de broyage—pour la pierre à chaux: un broyeur giratoire, un broyeur "Jumbo"; pour l'argile: un broyeur à rouleau de 61 cm par 91 cm; un sécheur de 1 m 83 par 18 m 30; pour la pierre à chaux et l'argile mélangées: un moulin "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 32. Fours: un four rotatif, de 3 m par 50 m. Traitement du combustible: un sécheur Ruggles-Coles de 1 m 22 par 6 m 10; deux moulins Fuller de 6 m 75; un moulin tubulaire de 1 m 52 par 4 m 57. Moulins finisseurs: un moulin "Compeb" de 2 m 13 par 7 m 93. Bâtiment d'emballage: dix machines de mise en barils; une emballeuse Bates à quatre tubes.

Ube Cement Manufacturing Co., Ltd.—Production quotidienne: 520 t, voie sèche; 550 t, voie humide. Matières premières: pierre à chaux dure, argile schisteuse, grès dur (argile riche en silice), pyrite de fer, gypse. Installation de broyage: un broyeur, de 61 cm par 1 m 52. Moulins à matière première—pour la voie sèche: trois moulins "Compeb" de 2 m 1 par 7 m 3; pour la voie humide: deux moulins tubulaires à commande centrale de 2 m 2 par 13 m. Fours rotatifs pour la voie sèche: deux fours rotatifs de 3 m par 50 m, 75 C.V.; voie humide: deux fours de 3 m 45 par 2 m 7 par 95 m 8. Moulins finisseurs: un moulin "Compeb" de 2 m 1 par 7 m 3, avec un moteur synchrone de 450 C.V.; deux moulins tubulaires à commande centrale de 2 m 2 par 13 m, avec des moteurs à induction de 700 C.V. Bâtiment d'emballage: quatre emballeuses Bates à 4 tubes; quinze machines de mise en barils.

Au Sujet des Annonces.

TOUTES les demandes de renseignements concernant les annonces dans "International Cement and Cement Manufacture" doivent être adressées à Concrete Publications Limited, 20 Dartmouth Street, London, S.W.1, England.

Le texte de l'annonce doit parvenir à cet office au plus tard le 25 du mois précédant celui de la parution. Dans le cas où un nouveau texte ne serait pas parvenu à cette date, les éditeurs se réservent le droit de reproduire le texte précédent.

Dans le cas d'annonces devant être imprimées en plus d'une seule langue, on doit fournir soi-même les traductions. Si on le désire, les éditeurs se chargent de ce travail de traduction, mais il est entendu qu'ils ne pourraient assumer aucune responsabilité en ce qui concerne l'exactitude de la traduction.

Le bien-être des ouvriers dans l'industrie des ciments.

UN Ministère du gouvernement britannique a fait connaître son intention de prendre un décret dont l'application s'étendrait à toutes les usines ou manufactures où l'on fabriquerait du ciment Portland ou du ciment de caractère analogue. Les termes du décret proposé sont les suivants :—

(1) L'employeur devra fournir et entretenir en bon état; (a) des bottes imperméables montant jusqu'aux cuisses, pour les personnes employées à des opérations comportant un stationnement dans la bouillie, la boue, ou l'eau; (b) des lunettes protectrices convenables pour les personnes exposées de façon importante à la poussière de charbon ou de ciment; (c) des vêtements imperméables convenables pour les personnes qui peuvent être appelées à travailler régulièrement dehors, en temps de pluie; (d) des pantalons et couvre-chefs convenables pour les ouvrières employées au nettoyage ou à la réparation des sacs.

(2) L'employeur devra fournir et maintenir propre à l'usage de toutes les personnes employées au nettoyage ou à la réparation des sacs, des logements convenables pour le déshabillage pendant les heures de travail. Les logements ainsi fournis seront absolument sûrs et entretenus en état de propreté.

(3) L'employeur devra offrir la possibilité de s'asseoir à toutes les ouvrières dont le travail se fait debout, de façon à leur permettre de profiter facilement de toutes les occasions de se reposer qui peuvent se présenter au cours de leur travail.

(4) L'employeur devra fournir et entretenir à l'usage de tous les ouvriers, excepté de ceux qui sont employés à des opérations continues, une cantine, qui sera meublée: (a) d'un nombre suffisant de tables et de chaises ou de bancs; (b) de moyens propres à chauffer les aliments et à faire bouillir l'eau. La cantine sera chauffée suffisamment pour l'usage pendant les intervalles des repas. La cantine sera placée sous la garde d'une personne responsable et sera tenue en parfait état de propreté.

(5) L'employeur devra fournir et entretenir dans l'usine à l'usage de toutes les personnes employées, des installations pour se laver, facilement accessibles et offrant une quantité suffisante de lavabos et d'eau propre. Ces installations seront placées sous la garde d'une personne responsable et tenues en parfait état de propreté.

Avis.

Tous les articles publiés en quelque langue que ce soit dans CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE, sont rigoureusement de propriété littéraire, et ne peuvent être reproduits dans d'autres journaux, ou sous forme de catalogues, sans l'autorisation des propriétaires: Concrete Publications Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, Londres, S.W.1, Angleterre.

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

DIE INTERNATIONALE ZEMENTZEITSCHRIFT IN VIER SPRACHEN.

DEUTSCHER TEIL

VERLEGT BEI CONCRETE PUBLICATIONS, LIMITED,

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, ENGLAND.

Erscheint am 20 jeden Monats. Preis 2 Shilling das Heft. Postfreier Jahresbezug 24 Shilling.

Der Zement in Vergangenheit und Gegenwart.

Von D. B. BUTLER, Assoc.M.Inst.C.E., F.C.S.

MAN kann mit völliger Sicherheit behaupten, dass während der letzten Jahre keine Industrie in England wie im Auslande solche bemerkenswerten Fortschritte gemacht hat wie die des Portlandzements; dieses trifft sowohl für die Methoden der Fabrikation wie für die Güte des Erzeugnisses zu, mehr jedoch noch für die letztere. Die Verbesserungen in der Herstellungsmethode betreffen in der Hauptsache die bessere Kontrolle der Mischung der verwendeten Rohmaterialien; ihre vollkommenere mechanische Mischung, die gleichmässiger und vollständiger Bindung durch den Brennprozess der mechanisch gemischten Rohstoffe und endlich, wenn auch nicht weniger bedeutsam, die bessere und gleichmässiger Pulverisierung des Endproduktes. Abgesehen von dem Bestreben grössere Maschinenaggregate jeder Art einzuführen, was eine

Tendenz zur Rationalisierung bedeutet, ist auch sonst die Handarbeit weiter ausgeschaltet worden. Dieses betrifft insbesondere die Gewinnung der Rohmaterialien und ihre weitere Behandlung auf dem Wege zu den Mischmühlen; es trifft weiter zu für das Packen und den Transport des Endproduktes zum Verbraucher. Die modernsten Anlagen sind jetzt so weitgehend mechanisiert worden, dass weitere Rationalisierungen in dieser Richtung fast unmöglich erscheinen.

Zum Vergleich mit den gegenwärtigen mechanisierten Zementfabriken, mag es von Interesse sein, kurz die Methode der Zementherstellung zusammenfassend zu der Zeit darzustellen, wie der Verfasser vor etwa 50 Jahren zuerst Interesse an der englischen Zementindustrie nahm. In jenen Tagen waren die einzigen, zur Verfügung stehenden Rohmaterialien

Kreide und Ton mit Ausnahme von ein oder zwei Werken in dem Rugby-Distrikt, wo Kalkstein und Schiefer-ton verarbeitet wurden. Kreide und Ton wurden damals ausschliesslich von Hand gewonnen und in die Waschmühle mittels Karrenladungen abgemessen. Von der Waschmühle gelangte der Schlamm in Absetzbottiche, aus denen er in der Folge ausgeschöpft und auf Karren nach dem

dieser Richtung gemachten Fortschritte zu erkennen. Im Folgenden ist eine Tabelle zusammengestellt, welche die Hauptpunkte—das sind die Mahlfineinheit und die Zugfestigkeit—der ersten Normen und der fünf folgenden Revisionen enthält; die anderen Punkte wie Abbindezeit, Raumbeständigkeit und chemische Zusammensetzung sind im allgemeinen unverändert geblieben.

	MAHLFEINHEIT		ZUGFESTIGKEIT			
	Rückstand auf dem		in kg/qcm.			
	4900 qcm Sieb.	900 qcm Sieb.	Reiner Zement		1:3 Mörtel	
	In Prozenten.		nach 7 Tagen.	28 Tagen.	nach 7 Tagen.	28 Tagen.
1904 (1. Ausgabe)	22,5	3,0	28,12	35,15	8,44	15,82
1907 (1. Revision)	18,0	3,0	28,12	35,15	8,44	17,58
1910 (2. Revision)	18,0	3,0	28,12	35,15	10,55	17,58
1915 (3. Revision)	14,0	1,0	31,64	37,82	14,06	17,58
1920 (4. Revision)	14,0	1,0	31,64	37,82	14,06	17,58
1925 (5. Revision)	10,0	1,0	42,19	—	22,85	24,96

Trockenboden geschafft wurde, der durch Koksöfen geheizt war. Vom Trockenboden wurde der getrocknete Schlamm mit Karren nach den Flaschen—oder intermittierenden Schachtsöfen transportiert und in diese von Hand aufgegeben, abwechselnd mit Lagen von Koks, der auch mit Karren nach dem Ofen von einen nahe gelegenen Abladeplatz geschafft wurde. Der Klinker wurde aus dem Ofen von Hand abgezogen und nach dem Brecher gefahren; der fertige Zement wurde mit einer Schaufel in Säcke oder Fässer gefüllt und diese nach der Eisenbahn oder nach dem Schiff gefahren. Es bedarf keiner grossen Einbildungskraft, um sich die in einer Zementfabrik im Anfange der 80er Jahre notwendige Handarbeit vorzustellen.

Wenn wir uns zu den Güteverbesserungen des Erzeugnisses wenden, so ist es lediglich notwendig, die Anforderungen der ersten englischen Portlandzement-Normen, die 1904 herausgegeben wurden, mit der fünften, 21 Jahre später erlassenen Revision zu vergleichen, um die in

Es geht hieraus hervor, dass während der vergangenen 25 Jahre die Anforderungen an die Zugfestigkeiten von reinem Zement um 50% gewachsen sind, während die an 1:3 gemischten Zement - Sandmörtel, welche ein besseres Anzeichen für den Bindewert darstellen, sich um mehr als 170% vermehrt haben. Die Anforderungen an die Mahlfineinheit zeigen eine markante Steigerung, indem die Rückstände auf dem 4900 qcm Siebe um 55% reduziert wurden.

Die englischen Normen betreffen—sie sollen es sogar—die Durchschnittsgüte des Erzeugnisses während des Zeitraums, für den die Normen gültig sind. Dieses mag richtig gewesen sein, während der Kriegs- und Vorkriegszeit; gleich nach dem Kriege trat aber eine so fortgesetzte und schnelle Qualitätsverbesserung ein, dass die Normen von 1920 weit unter den Durchschnittsfestigkeiten des Erzeugnisses schon nach einem oder zwei Jahren lagen, und die Revision von 1925 mit ihren beträchtlich verschärften Anforderung war erheblich überfällig. Die gleiche

Bemerkung trifft jetzt scheinbar in mehr oder minder grossem Masse auf die Normenausgabe von 1925 zu, deren Vorschriften beträchtlich unter dem Durchschnitt des gegenwärtigen Portlandzements, sowohl hinsichtlich des englischen Erzeugnisses wie des der anderen, Zement fabrizierenden Länder der Welt, liegen. Unter Berücksichtigung des englischen und auswärtigen, täglich durch die Hände des Verfassers zum Zwecke der Prüfung gehenden Materials liegt die Durchschnittsfestigkeit des Erzeugnisses zur Zeit um 56,25 kg/qcm für reinen Zement und um 28,12 kg/qcm für 1:3 gemischten Zement-Sandmörtel; es dürfte daher tunlich erscheinen, die Anforderungen der englischen Normen erneut zu verschärfen. Was ferner die Mahlfeinheit angeht, besitzt das englische Durchschnittserzeugnis, obwohl die Zemente in einigen anderen Ländern kaum so fein wie in England gemahlen werden, einen Rückstand von etwa 5% auf dem 4900 qcm Siebe. Die englische Vorschrift von 10% Rückstand auf dem 4900 qcm Siebe könnte daher auf 7,5% reduziert werden und doch noch genügend Spielraum lassen.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die bestechendste Verbesserung in den letzten Jahren in der Einführung der schnell erhärtenden Zemente bestanden hat. Es gelang dem wohl bekannten französischen Chemiker M. Bied auf der Suche nach einem, gegen Sulfatlösungen, die schädlich für gewöhnlichen Portlandzement sind, beständigem Zement durch besondere Fabrikationsmethoden einen hochtonerdehaltigen Zement herzustellen, der diesem Zwecke genügt, und der sich gleichzeitig als im Besitze von sehr ausgesprochen schnell erhärtenden Eigenschaften im Vergleich zu gewöhnlichem Portlandzement erwies. Im allgemeinen gesprochen, erlangte er in wenigen Stunden beträchtlich grössere Festigkeit als gewöhnlicher Portlandzement nach

28 Tagen. Obwohl dieser Zement schon vorher einige Zeit in Frankreich verwendet worden war, kam er erstmalig zur Kenntnis des Verfassers im Jahre 1922. Trotzdem dieser Zement wesentlich teurer war und es noch ist, tatsächlich beträgt der Preis bei Ausführung dringender Arbeiten etwa das Doppelte, so überwiegen seine rapid erhärtenden Eigenschaften ohne weiteres die Sonderkosten. Eine englische Fabrikantenfirma begann sofort mit lobenswertem Weitblick und Energie daran zu arbeiten, einen schnell erhärtenden Portlandzement zu fabrizieren, der bis zu einem gewissen Grade mit dem Neuling konkurrieren sollte. Sie war hierbei ausgesprochen erfolgreich, und jetzt steht schnell erhärtender Zement für die Verbraucher zur Verfügung, der mit Ausnahme der ersten 24 Stunden etwa praktisch die gleichen schnell erhärtenden Eigenschaften entwickelt wie der Tonerdezement. Die Erfinder beider Arten von schnell erhärtendem Zement haben seitdem viele Nachahmer gefunden sowohl im Ursprungslande wie in anderen Ländern; doch sind die Nachahmer des Tonerdezements etwas gehandikapt durch die Tatsache, dass das besondere, zu seiner Herstellung notwendige Rohmaterial bis jetzt sehr begrenzt vorkommt und nur in wenigen Sonderbezirken gefunden wird. Schnell erhärtender Portlandzement andererseits kann praktisch aus allen Rohmaterialien gemacht werden, aus denen gewöhnlicher Portlandzement fabriziert wird, und daher erzeugen jetzt viele Portlandzement-Fabrikanten in der ganzen Welt naturgemäss schnell erhärtenden Portlandzement.

Die kennzeichnendste Eigenschaft des schnell erhärtenden Portlandzements, wie er gegenwärtig in England hergestellt wird, besteht in seiner äusserst grossen Mahlfeinheit. Dem Verfasser haben vor kurzem zum Zwecke der Untersuchung viele Proben vorgelegen, die so fein gemahlen waren, dass nicht mehr als 0,5%,

Rückstand auf dem 4900 qcm Siebe verblieb. Dieses deutet darauf, dass das 4900 qcm Sieb nicht fein genug ist, um den Grad der Mahlfeinheit, auf die der Zement gebracht ist, wiederzugeben; es ist vollkommen verständlich, dass zwei verschiedene Zemente, die gleiche Rückstände in Prozenten auf dem 4900 qcm Siebe besitzen, dennoch ganz verschiedene Prozentsätze an unfühlbarem Mehl oder Pulver, was allgemein als der wesentliche Faktor eines Zements mit Rücksicht auf seinen Bindewert angesehen wird, enthalten können. Die gleiche Frage tauchte vor einigen 40 Jahren auf, als das 400 qcm Sieb zur Kontrolle der Mahlfeinheit diente und Zement mit 10% Rückstand auf diesem Siebe als gut gemahlen galt. In jener Zeit fingen die Kollergänge an, die Mühlsteine bei der Zementmahlung zu ersetzen. Es ergab sich gelegentlich dass zwei Zemente den gleichen Rückstand auf dem 400 qcm Siebe besaßen und doch der eine fast nur aus Gries bestand, der gerade fein genug war, um das Sieb ohne praktisch jeden Anteil an Mehl zu passieren, während der andere wirksam gemahlen war; der Unterschied im Bindewert beider Zemente, wie er durch die Zement-Sandmörtelprobe festgestellt wurde, war natürlich sehr markant. Es ist daher möglich, dass die gleichen Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade auch auf das gegenwärtige 4900 qcm Sieb zutreffen, das heisst, dass ein Zement, der hauptsächlich aus griesigen Anteilen besteht, gerade fein genug ist, um das 4900 qcm Sieb zu passieren, während ein anderer wirksam gemahlen wurde.

Unzweifelhaft ist daher die Bestimmung der Mahlfeinheit mit Sieben sehr weit von dem Ideal entfernt und hinlänglich ungenau in den Ergebnissen. Methoden der Windsichtung oder des Abschlämmens mit einer Flüssigkeit würden wahrscheinlich vergleichbarere Resultate zeitigen, aber hierbei würde alles von der genauen Stärke und Richtung des

Stroms, sei es nun ein solcher von Luft oder ein solcher flüssiger Natur, abhängen, und welcher Apparat auch immer zur Annahme gelänge, so würde seine sehr sorgfältige Normung erforderlich sein, ehe man ihn unbedenklich übernehmen könnte. Eine Schwierigkeit bei der Luft- oder Flüssigkeitsseparation besteht darin, dass, wenn die Zemente im geringsten Grade abgelagert oder luftabgebunden sind, sie irrtümliche Resultate liefern würde, da der Strom nicht genügend Kraft besitzt,—Luft oder Wasser,—um die Klumpenbildung zu beheben und das Mehl frei zu machen. Bei der Prüfung des Siebrückstandes eines alten abgelagerten Zements unter dem Mikroskop zeigten sich deutlich Teile von hydratisiertem Mehl, das an dem gröberen Gries haftete, was eine weitere Quelle für Irrtümer wäre. Im allgemeinen gesprochen scheint daher die Methode der Luft- oder Flüssigkeitsseparation zur Bestimmung der Mahlfeinheit vornehmlich von Wert für den Fabrikanten zu sein, damit dieser die Wirksamkeit seiner Mahlmaschinen kontrollieren kann; da er stets mit frisch gemahlenem Zement arbeitet, können Ungenauigkeiten auf Grund der Gegenwart von luftabgebundenen Teilchen nicht auftreten und, wo der Apparat auf eine bestimmte Norm eingestellt ist, liefert er wichtige und wertvolle Informationen darüber, ob die Mahlmaschinerie ordentlich oder nicht befriedigend arbeitet.

Zum Schluss möchte der Verfasser die wünschenswerte Vereinheitlichung der Zementprüfmethoden in den grossen, Zement erzeugenden und verbrauchenden Ländern der Welt befürworten. Es ist wahrscheinlich ausser von denen, die oft Zemente nach den Normen der verschiedenen Länder zu prüfen haben, selten festgestellt, welche ungeheuren Unterschiede in den Ergebnissen selbst bei der einfachen Zugfestigkeitsprüfung durch die verschiedenen Normen verursacht werden. Es folgt daraus,

dass vor der Annahme von Lieferungen nach einem anderen Lande der Lieferant sich sorgfältig informieren muss, wie weit die Methoden der Prüfung in einem fremden Lande von den eigenen Normen abweichen; wenn

er sich völlig auf die Prüfung nach den gültigen Normen im Ursprungsland verlässt, so kann er die unerfreuliche Ueberraschung erleben, dass seine Lieferung bei Ankunft zurückgewiesen wird.

Der Drehofen.

von A. C. DAVIS.

(BETRIEBSDIREKTOR DER ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.)

DER heute zur Herstellung von Zement übliche moderne Drehofen hat tatsächlich eine Unwälzung in dieser Industrie herbeigeführt, und seine Anwendung stellt den wissenschaftlichsten und praktischsten Brennprozess dar seit Beginn der Fabrikation von Portlandzement.

Der Drehofen ist heute sowohl in England wie in jedem anderen Lande allgemein gebräuchlich, und man hat sogar erklärt, dass diese Ofenart die einzig wichtige Erfindung seit der Einführung der Kugel- und Rohrmühlen sei. Dass weitere Verbesserungen bei der Erzeugung von Portlandzement vorgenommen werden, ist selbstverständlich, zumal selbst beim Verwenden des Drehofens die Herstellung ein technischer und kostspieliger Prozess, der hohe Anlagekosten, hohe Produktions- und Unterhaltungskosten erforderlich macht, ist. Hinsichtlich der gegenwärtigen Ofen besteht zweifellos das Bedürfnis nach grösserer Brennstoffökonomie, ganz zu schweigen von anderen Verbesserungen, welche sicher in dem Masse eingeführt werden, wie die Erfahrung deren Notwendigkeit erweist und wie die Zeit die entsprechende Gelegenheit schafft.

Mehr als 90 Prozent des in den Vereinigten Staaten von Amerika erzeugten Zements werden mittels Drehofen hergestellt, und auch die meisten englischen Werke haben diese

Ofenform übernommen. Viele veraltete Fabriken haben zum Brennen Drehöfen eingebaut, und alle neu errichteten Werke haben dieses Fabrikationsverfahren gewählt. Trotzdem der Drehofen nur über eine verhältnismässig kurze Vergangenheit verfügt, hat man sowohl wissenschaftlich wie praktisch genügende Erfahrungen gesammelt, um den Drehofenzement zu dem Erzeugnis der Zukunft zu erklären. Die Anwendung von Drehöfen zu propagieren ist daher nicht notwendig, da alle wissenschaftlichen Argumente, um seine Güte zu beweisen und alle praktischen Erfahrungen, um seine Ueberlegenheit unter Beweis zu stellen, darauf hinweisen, dass man widerspruchlos behaupten kann, dass der Drehofenzement heute das Feld beherrscht.

Das Erzeugnis des Drehofens unterscheidet sich vorteilhaft in seiner Qualität nach zwei Richtungen, nämlich mit Hinblick auf die Zugfestigkeit wie auf die Raumbeständigkeit. Dieses ist nicht anders zu erwarten; doch abgesehen von seiner Betriebsökonomie besteht der grosse Vorteil dieses Ofens darin, dass der Kalzinierungsprozess sich vor den Augen des Beobachters abspielt und von diesem genau kontrolliert werden kann. Durch Aenderung der Umdrehungsgeschwindigkeit, durch Verlangsamung oder Verstärken der Zufuhr von Rohmehl, durch Aenderung der Stärke des Kohlenstaubgebläses wie der

Menge an Brennstoff, ist der Brenner in der Lage, den Brennprozess in jeder gewünschten Weise zu regulieren. Bei dem alten diskontinuierlich arbeitenden Ofen war dieses nicht möglich, weil nach dem Beschicken und Anfeuern des Ofens der Kalzinierungsprozess automatisch mehr oder minder gut verlief und das Erzeugnis hingenommen werden musste, wie es eben war.

Der zum Brennen von Zement benutzte Drehofen besteht aus einem leicht geneigtem zylindrischem Rohr aus Stahlplatten, welche etwa 2 cm stark sind. Die Länge schwankt zwischen 30 und 120 m, der Durchmesser von 1.8 m bis 3.65 m, je nachdem welche Ofenleistung verlangt wird. Tabelle 1 gibt eine Uebersicht über die Dimensionen und angenäherten Leistungen typischer Drehöfen, wie sie heute beim Nassverfahren verwendet werden:

trieb, siehe Seite 278). An den Stellen des Ofens, wo sich die Reifen und Lager befinden, ist das Ofenrohr durch weitere Stahlplatten verstärkt.

Das Rohmehl wird dem Drehofen an dessen oberem Ende in kontinuierlichem Strom durch ein Rohr zugeleitet, entweder in Form von Schlamm oder als trocknes Pulver, je nach dem zur Aufbereitung der Rohmaterialien angewendeten Verfahren (Abb. 3, Ursprüngliche Form der Rohmehlzuführung, siehe Seite 278). Das Rohmehl wandert dann vermöge seiner Schwere von dem einen Ende zum anderen des Ofens. Es sind Schlammprüher und Verteiler angebracht, um das Rohmehl beim Eintritt in den Ofen, wenn es auf die heissen Gase trifft, gleichmässig zu verteilen. Hierzulande wird als Brennstoff fein gemahlene Kohle verwendet, welche an dem unteren Ende oder dem Auslass des Ofens mit einem Gebläse eingeblasen wird.

TABELLE I.

			Tonnen in der Stunde			
			...	...	...	2
30 m lang,	1,8 m Durchmesser	Leistung etwa	...	...	...	4, 5
45 m „	2,3 m Durchm.	„ „	...	...	...	8
61 m „	2,7 m Durchmesser	„ „	...	...	...	9
70 m „	2,9 m Durchm.	„ „	...	...	...	15
76 m „	3,3 m Durchmesser	„ „	...	...	...

Die in dieser Tabelle angegebenen Durchmesser sind die des grösseren Teiles der Länge der Oefen. Darüber hinaus besitzen fast alle modernen Oefen erweiterte Brennzonen mit einem 0.3 m oder 0.6 m grösserem Durchmesser als der sonstige Teil des Ofens. (Abb. 1, siehe Seite 277).

Diese Durchmesser verstehen sich ausschliesslich einer durchschnittlich, 15.2 cm starken feuerfesten Auskleidung des Ofens.

Der lange Zylinder ist gegen die Horizontale mit 1:25-30 geneigt und ist je nach der Länge auf 4 oder 5 Reifen gelagert, welche auf schweren Rollen laufen; der Ofen wird durch ein Zahnradgetriebe auf eine Umdrehungszahl von 1-2 in der Minute gebracht (Abb. 2 Drehofenahnradan-

Wenn der Ofen zu arbeiten beginnt, so wird die feine Kohle verbrannt und im unteren Ende des Zylinders Weissglut erhalten. Alsdann wird das Rohmehl dem Ofen zugeleitet und kommt langsam in die durch die vollkommene Verbrennung der feingemahlten Kohle geschaffene Hitzezone von der anderen Seite des Ofenrohrs her. Es wird zunächst alles, etwa vorhandenes Wasser abgespalten, dann wird etwa in der Mitte des Zylinders auf Rotglut erhitzt, das Rohmehl verliert seine Kohlensäure und bildet kleine runde Kugeln, welche im unteren Ende weissglühend werden und kommt endlich als gutgebrannter Klinker in erbsengrosser Form aus dem Ofen heraus. Die grösste Hitze ist natürlich in der Nähe der Kohlen-

staubeinblasestelle bzw. in dem unteren Ende des Ofens.

Die Einzeldimensionen des Drehofens sind seit Existenz dieser Brennmachine Diskussionsgegenstand gewesen. Die ersten Ofen besaßen durch die ganze Länge gleichen Durchmesser, aber im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurden die Entwürfe abgewandelt. Zuerst wurde das Aufgabende erweitert (Abb. 4, Alte Drehöfen mit erweiterter Aufgabzone, siehe Seite 280); hierauf wurde ein 6-9 m langes, als Sinterzone bekanntes Stück des heisseren Teils des Ofens im Durchmesser um 30-45 cm erweitert (Abb. 1, Drehöfen mit erweiterter Sinterzone, siehe Seite 277). Der Zweck dieser Erweiterungen war ein doppelter: zunächst sollte mehr Platz für den Teil zur Verfügung stehen, von dem man annahm, dass er den grössten Raum notwendig mache, nämlich für das Trocknen der Rohmaterialien, und zweitens sollte die Leistung der Ofen vergrössert werden, sowie die lästige Bildung von Ringansätzen vermieden werden. Diese Ringansätze sind Anreicherungen von verklinkertem Material welche gelegentlich eine Stärke von 0.3-0.6 m erreichen und endlich einen solchen Umfang annehmen, dass das Material nicht weiter infolge seiner Schwere den Ofen durchwandern kann, und dass in Folge hiervon der Ofen stillgelegt werden muss. Je grösser der Durchmesser der Brennzone ist, um so mehr Raum ist für die etwaige Bildung von Ringansätzen vorhanden, und umso weniger hindern diese Ringe einen Dauerbetrieb. Die erweiterte Sinterzone hat sich bis heute beim Entwurf von Drehöfen erhalten, und es besteht jetzt die Tendenz, diese im Durchmesser 60 cm weiter als den übrigen Teil des Ofens zu machen.

Während der letzten Jahre ist auch eine Erweiterung der sogenannten Kalzinierzone in manchen Kreisen empfohlen und auch tatsächlich durchgeführt worden (Abb. 5, Drehöfen mit

erweiterter Kalzinierzone, siehe Seite 281). Diese Erweiterung bezweckt, mehr Raum zu schaffen für den anerkanntermassen schwierigsten Teil des Prozesses im Drehofen, nämlich für die Zersetzung des kohlensauren Kalkes. Dieser Teil des Prozesses erfordert eine Mindesttemperatur von 816° C. und absorbiert erhebliche Wärmemengen, welche grösser als die in der Sinterzone benötigten sind. Die Kalzinierzone ist der Sinterzone benachbart und befindet sich etwa in der Mitte des Ofens. Zwischen den Anhängern der erweiterten Sinterzone und denen der erweiterten Kalzinierzone ist eine Art Kompromiss abgeschlossen worden, nach welchem eine ungewöhnlich lange, erweiterte Zone, die teils dem Kalzinieren teils dem Sintern dient, resultierte.

Der Gedanke, dass auch die Trocknungszone vermehrten Raum beansprucht, ist neuerdings wieder aufgetaucht, und einige Ofen besitzen wieder eine entsprechend erweiterte Aufgabzone, also ein erweitertes Ende des Teils des Ofens, an welchem der Schlamm aufgegeben wird. In den ersten Jahren der Entwicklung des Drehofens konzentrierten die Ingenieure ihr Augenmerk mehr auf hohe Leistung als auf rationelle Wärmeausnutzung; neuerdings wird indessen der Wärmebilanz die gleiche Aufmerksamkeit wie der Leistung geschenkt, wenn Verbesserungen durchgeführt werden sollen.

Wenn man die allgemeine Entwicklung des Drehofens verfolgt, so ist ganz offenbar, dass mit grösseren Ofen die Lohnkosten per Tonne Zement fallen, da ein Brennmeister zwei oder selbst drei Ofen überwachen kann, welche zusammen stündlich 30-40 t liefern, während ein Einzelofen von nur 2-3 t stündlicher Leistung die gleiche Personalwartung erforderlich macht.

Klinkerkühler.

Der aus dem Drehofen kommende rotglühende Klinker wird rationell in

der Weise abgekühlt, dass die durch das Kühlen erhitzte Luft zur Verbrennung benutzt wird. Die älteren Drehöfen besitzen, direkt unterhalb angeordnet, Kühler, und die Klinker fallen direkt aus dem Ofen in das Kühlrohr (Abb. 6, Schnitt durch eine ältere Drehofenfabrik mit unterhalb angeordnetem Kühlrohr, siehe Seite 282; Abb. 7, Drehöfen mit darunter angeordneten Kühlern). Die Klinkerkühler sind den Drehöfen ähnliche, aber kleiner dimensionierte zylindrische Rohre (Abb. 8 Auslaufende der ersten Typen von Klinkerkühlern, siehe Seite 283). Sie besitzen Zahnradantrieb wie die Oefen und der heissere Teil ist mit feuerfesten Steinen ausgekleidet, während die untere Hälfte gewöhnlich aus Eisenplatten besteht und mit Schaufelrinnen (Abb. 9 Innenansicht eines Klinkerkühler mit Luftventilator, siehe Seite 284) ausgerüstet ist welche den heissen Klinker bei der Umdrehung hochheben und ihn durch einen zum Klinker im entgegengesetzten Sinne gehenden Luftstrom, der den Drehofen mit der nötigen Verbrennungsluft versorgt, fallen lassen. Während der letzten Jahre ist der mit dem Ofen ungeteilt verbundene Kühler entwickelt worden. Dieser besteht in seiner einfachsten Form aus einer Verlängerung des Drehofens. Wenn der unterste Teil des Drehofens als Kühler wirken soll, so wird das Kohle- und Pressluft einblasende Rohr bis zu 6 m in den Ofen hinein verlängert, worauf die Verbrennung erst 6 m hinter dem Ofenende beginnt und der letzte Teil des Ofens als Kühler wirkt.

Diese Art von Kühlern hat sowohl hinsichtlich der Anlagekosten wie der Wirksamkeit Vorteile, weil sie gestattet, dass der Drehofen zu ebener Erde montiert werden kann an Stelle einer erhöhten Anordnung, bei welcher genügend Raum unter dem Ofen für das Kühlrohr vorhanden sein muss. Ueberdies werden die Wärmeverluste durch Strahlung, welche zwischen

dem Ofen- und Kühlerende vorkommen vollkommen bei Verwendung des ungeteilten Brenn- und Kühlrohrs vermieden. Dieser nicht geteilte Kühler ist von einigen Ingenieuren dahin entwickelt worden, dass um den Umfang des Drehofenendes eine Anzahl von Hilfsrohren zum Kühlen angeordnet wurde (Abb. 10 Drehöfen mit direkt angegliederten Kühlrohren, siehe Seite 285); es ist wahrscheinlich, dass die endgültige Type des Kühlers noch nicht erreicht worden ist, obwohl es in diesem Zusammenhang ebenfalls wahrscheinlich erscheint, dass der getrennte Kühler bei neuen Oefen nicht mehr zur Aufstellung gelangen wird und als veraltet zu gelten hat.

Mit Bezug auf diese getrennten Kühler, welche naturgemäss noch die Mehrheit der heute bestehenden bilden, ist die Frage viel erörtert worden, ob die zum Kühlen des Klinkers benötigte Luft durch den Kühler und darauf in den Ofen durch den Schornsteinzug angesaugt werden soll oder ob die Luft durch den Kühler und in den Ofen mittels Ventilator geblasen werden soll (Abb. 11 Klinkerkühler mit Luftventilator, siehe Seite 286). Diejenigen, welche das letztere Verfahren befürworten, beanspruchen für dieses bessere Kontrolle der Luftzufuhr, obwohl zusätzliche Kraft verbraucht wird, die nicht benötigt würde, wenn man sich auf den Schornsteinzug verliesse.

Der Klinker tritt in das Kühlrohr mit einer Temperatur von etwa 1100° C. ein, und ein wirksamer Kühler wird ihn mit einer Temperatur abgeben, bei der er weiter gehandhabt werden kann, während gleichzeitig die Verbrennungsluft auf 371° C. erwärmt wird. Wenn man sich vergewissert, dass die im Klinker enthaltene Wärme, wenn dieser den Ofen verlässt, etwa 5 kg Kohle per 100 kg Klinker äquivalent ist, so wird man sich darüber klar sein, dass die in den Kühlrohren erfolgende Wiedergewinnung von Wärme von beträchtlicher

Bedeutung für eine rationelle Wärmebilanz ist.

Im allgemeinen kann man die Drehöfen hinsichtlich ihres Brennstoffverbrauchs nicht als wissenschaftlich-wirtschaftlich arbeitend ansehen weil 24-26 kg Kohle (trockene Kohle von 7000 kcal/kg) per 100 kg Klinker verbraucht werden, während vergleichsweise in Schachtofen der Kohlenverbrauch 15-20 kg beträgt. Andererseits besitzt aber der Drehofen, in Vergleich zum Schachtofen einen überragenden Vorteil hinsichtlich des Lohnkostenanteils, und es ist ausserdem viel leichter höherwertigeren Zement im Drehofen als im Schachtofen zu erzeugen.

Drehofenfutter.

Drehöfen wurden zuerst Ende des vorigen Jahrhunderts eingeführt, und die ersten Schwierigkeiten erstreckten sich zum grössten Teile auf das Futter solcher Öfen. Die in Drehöfen erreichte Höchsttemperatur beträgt etwa 1650° C., welche bereits einen sehr feuerfesten Ziegel verlangt, wozu aber die durch das Wandern des Klinkers über die feuerfesten Steine entstehende mechanische Abnutzung kommt und wozu endlich, als noch zerstörender wirkend, die Schmelzreaktionen zwischen dem basischen Zementklinker und den sauren Ziegeln treten. Diese Schmelzwirkung schliesst die Bildung von Stoffen aus dem Kalk des Zements und der Kieselsäure sowie Tonerde aus den feuerfesten Ziegeln in sich, da diese bei einer Temperatur von nicht viel über 1100° C. schmelzen so, dass wenn dieser Schmelzprozess nicht verhindert wird, die feuerfeste Auskleidung sauren Charakters eines Drehofens nur wenige Tage halten wird. Es wurde daher notwendig, eine Technik zu entwickeln, nach welcher die feuerfeste Auskleidung mit einer Lage von Zement überzogen wurde, während der Ofen arbeitete, und es wurde weiter notwendig, die

Brennmeister der ersten Drehöfen in dieser Technik zu unterweisen. Es wurde festgestellt, dass, so lange ein 5 cm oder 7 cm starker Klinkerüberzug auf der feuerfesten Auskleidung angesammelt wurde, kein weiteres Zusammenschmelzen eintrat, und der Ofen daher ohne Unterbrechung und ohne Futtererneuerung eine beträchtliche Zeit laufen konnte. Sobald jedoch der Ofen abkühlte, fiel dieser Ueberzug ab und mit ihm im allgemeinen auch eine Lage feuerfester Ziegel. Auf Grund der mit der Stilllegung verknüpften Schwierigkeiten mechanischer Natur betrug das Durchschnittslebensalter der Auskleidung der Sinterzone eines Drehofens weniger als 6 Monate, wenn feuerfeste Steine sauren Charakters verwendet wurden.

In den letzten Jahren sind indessen feuerfeste Ziegel mit einem Gehalt von 60-70% Tonerde in der Sinterzone der Drehöfen verwendet worden, und, da derartige Steine in ihren chemischen Charakteristika neutral sind, so ist die Menge, welche mit Zement zusammenschmilzt, sehr klein. Als Folge hiervon brauchen mit tonerdehaltigen Ziegeln, ausgekleidete Sinterzonen von Drehöfen erst nach 12 Monaten neu ausgefüttert zu werden.

Diese tonerdehaltigen, gelegentlich als Bauxitziegel, bekannten Steine werden aus dem natürlich vorkommenden Mineral Bauxit oder Mineralien ähnlicher Zusammensetzung hergestellt; sie erfordern einen sehr scharfen Brand. Geeignetes Material findet sich in England nicht, so dass entweder die Rohstoffe oder aber die Ziegel eingeführt werden müssen, was sie in Verbindung mit dem notwendigen scharfen Brand beträchtlich teurer gestaltet als die englischen feuerfesten Steine, obwohl die Erfahrung bewiesen hat, dass der höhere Preis durch die längere Lebensdauer in der Praxis voll gerechtfertigt ist.

Magnesitsteine, welche zum grössten Teile aus Magnesia bestehen,

sind ebenfalls in der ersten Zeit der Drehöfen versuchsweise verwendet worden, haben aber keine grosse Verbreitung wegen ihres hohen Preises und der, ihre Lebensdauer begrenzenden Neigung zum Spalten gefunden.

Die Notwendigkeit für Drehöfen, besondere feuerfeste Steine zu beschaffen, beschränkt sich auf die Sinterzone d.h. also auf ein Viertel der ganzen Ofenlänge. Die restlichen $\frac{3}{4}$ können sehr wohl mit gewöhnlichen feuerfesten Steinen ausgekleidet werden, weil die Temperatur in den oberen Teilen des Ofens nicht hoch genug ist, um die feuerfesten Eigenschaften dieser Steine durch Angriff zu zerstören oder die beschriebene Art des Zusammenschmelzens hervorzurufen. Der obere Teil des Ofens, der nichts als Rohmehlschlamm bzw. teilweise getrockneten Schlamm enthält, ist gelegentlich mit Beton ausgekleidet worden, der nach Berichten sich an dieser Stelle als durchaus passendes Futter bewährt hat.

Kohlenstaubfeuerung.

Wie vorher bereits erwähnt, wird der Drehofen mit einer, durch die Verbrennung feingemahlener Kohle erzeugten Flamme befeuert. Ein Ventilator findet sich in der Nähe des heissen Ofenendes, um durch ein Gebläserohr von etwa 0.23 m Durchmesser die zur Erhitzung notwendige Kohle zu treiben (Abb. 12 Kohlenzuführungsrohr am Ofen, siehe Seite 287). Die Mischung von Kohle und Luft verbrennt kurz, nachdem sie aus dem Rohr ausgetreten ist und erzeugt eine Flamme von hoher Temperatur. In manchen Fällen ist dieser Ventilator so angeordnet, dass er heisse Luft aus dem Kühlerrohr ansaugt. Die in den Ofen gelangende Mischung von heisser Luft und Kohle brennt schneller als eine solche kalter Luft und Kohle und liefert eine heissere Flamme, während gleichzeitig dazu beigetragen wird, etwas von der

Wärme der abzukühlenden Klinker wiederzugewinnen. In anderen Fällen bezieht der Kohlenstaubfeuerungsventilator seine notwendige Luft von der Kohlenmühle oder dem Kohlentrockner, indem er auf diese Weise die genannten Maschinen gleichzeitig ventiliert.

Die Mahlung der Kohle.

Damit, wie es im Drehofen erforderlich ist, eine Kohlenstaubflamme schnell verbrennt, ist es notwendig, dass die Kohle trocken und fein gemahlen ist, und diese Voraussetzung bedingt Trocknen und Mahlen der Kohle, wenn sie vom Bergwerk gekommen ist.

Noch vor wenigen Jahren hielt man Kohlentrockner für notwendig. Diese hatten die Form rotierender Trommeln von 12.2 m Länge und 1.22 m Durchmesser, wobei die Kohle oben eintrat und infolge der Rotation der Trommeln diese passierte. Heisse Luft aus den Klinkerkühlern oder heisse Gase aus einem, gesondert in einer Kammer aus Ziegelmauerwerk errichteten Ofen passiertem zuerst die Aussenwände der Trommeln und gingen dann durch die Mitte dieser hindurch. Der Wasserdampf aus der Kohle wurde entweder ins Freie geleitet oder in den Ofen durch das Kohlenstaubgebläse angesaugt (Abb. 14 Kohlentrockentrommel während des Baues mit gesondertem Innenrohr, siehe Seite 289; Abb. 15 Zuleitungsseite einer Kohlentrockentrommel). Da man vermeiden musste, die Temperaturen in den Kohlentrockentrommeln so hoch zu halten, dass die Kohle verbrannte, war das Trocknen der Kohle auf diese Art ein wenig wirksames Verfahren. Die Wasserverdampfung überschritt selten 2 kg per 1 kg Kohle. Von der Trockentrommel wurde die Kohle auf Mühlen gebracht, die entweder Rohrmühlen nach dem Typ, wie er bei der Klinkervermahlung beschrieben ist, oder Pendelmühlen waren. Von den Mühlen gelangte der Kohlenstaub

auf Silos oder Trichterbehälter, bevor in den Ofen geblasen wurde.

Man wusste, dass schnelle Verbrennung der Kohlen im Ofen wünschenswert war, und ein Mittel, diese zu erreichen, war feine Mahlung. In den letzten Jahren sind in einem Einzelaggregat zusammengefasste Trockner und Mühlen für Kohle populär geworden (Abb. 16 Kohlentrockner und-mühle in einem Aggregat, siehe Seite 290). Diese Apparate übernehmen kleine Stückkohle, wie diese aus dem Bergwerk angeliefert wird, ohne sie zu trocknen und mahlen sie, worauf sie in den Drehofen geblasen wird so, dass diese Maschinen also die Funktionen der früher notwendigen Einzelapparaturen wie Kohlenmühle, Trockentrommel und Kohlenstaubebläse in sich vereinigen. Diese Mahlmaschinen besitzen gelegentlich die Form von Zerkleinerungsapparaten, welche bei hoher Geschwindigkeit mit Scheiben um eine horizontale Achse laufen, während in anderen Fällen sie die Vereinigung einer kleinen Kugel- und Rohrmühle mit Windsichtungsseparator darstellen. In beiden Fällen ist es erforderlich, dass aus dem Klinkerkühler heisse Luft angesaugt wird, um die Mahlung der nassen Kohle zu erleichtern. Wird Windsichtung angewendet, so wird die Masse des Kohlenstaubs abgetrennt und kann dann in Trichterbehältern eingelagert werden. Diese Maschinen sind dann in ihrer Wirksamkeit begrenzt, wenn sehr nasse, mehr als 10% Feuchtigkeit enthaltende Kohle zur Verfügung steht; sie eignen sich nicht so gut zum Feinmahlen von Kohle, die notwendig ist, wenn gewisse Arten von Kohle benutzt werden.

Art der Kohle.

In gewissem Sinne ist es richtig, wenn man erklärt, dass fast jede Kohlenart zur Befuerung von Zementdrehöfen verwendet werden kann, vorausgesetzt dass die Kohle, bevor sie in den Ofen geblasen wird,

entsprechender Behandlung unterzogen wurde. Allgemein genommen ist jedoch das Ideal einer zum Brennen von Zement in Drehöfen zu verarbeitenden Kohle, wenn der Preis in Verbindung mit der Qualität in Betracht gezogen werden, eine solche, die weniger als 5% Feuchtigkeit, nicht mehr als 10% Asche und mindestens 20% flüchtige Stoffe enthält. Solche Kohle kann vorteilhaft verwendet werden, wenn sie auf eine Feinheit von 20% Rückstand auf dem 4900 qcm Sieb vermahlen wird. Es sind indessen auch Fälle bekannt, bei welchen der Rückstand 30% auf dem 4900 qcm Sieb überschritt, und die dennoch ein gutes Arbeiten ermöglichten, obwohl in diesem Falle die Asche der grob-gemahlenen Kohle die Neigung besitzen kann, sich in einem Teil des Ofens anzusammeln und Klinker-Ringansätze zu bilden. Ausserdem herrscht dann nicht die schnelle Verbrennung vor, welche für eine gute Wärmebilanz wertvoll ist. Es würde auch möglich sein, Kohle zu verwenden, die weniger als 20% flüchtige Bestandteile enthält, vorausgesetzt, dass ihre Mahlfineinheit so weit getrieben ist, dass schnelle Verbrennung ermöglicht wird. Auf manchen Werken beträgt der Rückstand auf dem 4900 qcm Sieb daher nicht mehr als 5%. Es ist eine Kalkulationsfrage, ob der Kohlenstaub, der so fein gemahlen wird, durch die Billigkeit der Kohle, welche wenig flüchtige Substanz enthält, aufgewogen wird. Der Prozentsatz an Asche mag und kann in verhältnismässig weiten Grenzen schwanken, und es sind Drehöfen mit bestem Ergebnis mittels einer Kohle befeuert worden, die 25% Asche enthält. Man muss indessen in Rechnung stellen, dass ein grosser Teil der Asche von der zur Befuerung von Drehöfen benutzten Kohle sich mit dem Zementrohmehl mischt und die chemische Zusammensetzung derart ändert, dass es für den Chemiker notwendig wird, die chemische Zusammensetzung des Rohmehl abzuän-

dern, um den Aenderungen in der Zusammensetzung zu begegnen, welche aus der Zumischung von viel Kohlenasche entstehen.

Schlamm Verteiler.

Die bereits erwähnten Rohmehlschlammverteiler am Aufgabelnde des Drehofens bezwecken, das Rohmehl gleichmassig zu verteilen und es mit den Gasen, die den Ofen aufwärts durchströmen, in innige Berührung zu bringen. Wenn beim Nassverfahren kein Versuch gemacht wird, das Rohmehl durch Schaufelleisten oder andere Vorrichtungen zu verteilen, können die den Ofen verlassenden Gase Temperaturen von 500° C. und darüber erreichen, was einen beträchtlichen Wärmeverlust bedeutet. Man hat daher eingehende Untersuchungen angestellt mit Rohmehlzerstreuern verschiedener Art zum Zwecke der Verteilung des Schlammes und zur Erreichung inniger Berührung dieses mit den heissen Gasen.

Diese Verteiler besitzen die Form von Schöpfmeiern, welche sich an der Innenwand des Ofens befinden oder die von sternartigen Scheidewänden welche den Querschnitt des Ofens am Aufgabelnde ausfüllen oder aber die eines konzentrischen Rohres bzw. eines Satzes von Rohren oder aber endlich in neuester Zeit die Form von lose im Innern des Ofens aufgehängter Kettengirlanden (Abb. 13 Inneres eines Drehofens mit Kettengirlanden, siehe Seite 288). Die Art der Rohmehlschlammverteiler hat sich der Art des Schlammes anzupassen. Bei viskosem Rohmehlschlamm sollen die Verteiler sehr einfacher Natur sein, da andernfalls die Gefahr besteht, dass sich Schlammklumpen anreichern, welche den Zug im Ofen beeinträchtigen, während bei dünnerem Schlamm mit Vorteil komplizierter konstruierte Verteiler angewendet werden können.

Richtig entworfene Rohmehlschlammverteiler bewirken in erfolgreicher Weise, dass die Temperatur

der die Ofen verlassenden Gase auf etwa 250° C. herabgeht. Es ist klar, dass die Anbringung dieser Verteiler im Ofen den Durchgang der heissen Ofengase erschwert so, dass bei komplizierter konstruierten Verteilern eine Ventilationvorrichtung notwendig wird, um die Gase beim Durchtreten zu unterstützen.

Obwohl der Drehofen auf ein ange-nähert 30 Jahre währendes Bestehen zurückblicken kann, herrscht noch keine allgemeine Uebereinstimmung hinsichtlich der Technik des Brennverfahrens. Die Art der Flamme kann sehr beträchtlich durch Abänderung des Brennrohres und seiner Stellung und durch das Verhältnis zwischen der mit dem Gebläse eintretenden Luft zu der sekundär in den Ofen tretenden Luft verändert werden. Es gibt wahrscheinlich mehrere Wege, um das gleiche Ziel zu erreichen; es ist aber ein bemerkenswerter Fortschritt mit Bezug auf die heute in Drehöfen herrschende Wärmeausnutzung im Vergleich zu fünf Jahren früher, zu verzeichnen. Im Ergebnis gewährleisten die Ofenfabrikanten heute einen Maximalkohlenverbrauch von 24% bezogen auf erzeugten Klinker bei einem, 40% Wasser enthaltenden Rohmehlschlamm gegenüber 29% und mehr bei den alten Ofentypen.

Wissenschaftliche Betriebsüberwachung des Drehofens.

In den Anfangsstadien der Drehofenentwicklung beruhte die Kontrolle auf einer Art "Daumen"-Regel; in den letzten Jahren ist mit beträchtlichem wirtschaftlichem Vorteil indessen die wissenschaftliche Betriebsüberwachung zur Einführung gelangt. Es kann jetzt behauptet werden, dass keine kohlenverbrennende Industrie eine solch vollkommene Verbrennung wie in gut überwachten Zementdrehöfen aufzuweisen vermag, da diese Ofen die Verbrennungsprodukte mit praktisch ohne jeden Ueberschuss an

Luft und unverbrannter Kohle abgeben.

Um eine solch vollkommene Verbrennung zu erzielen, ist es notwendig, ständige Analysen der den Drehofen verlassenden Gase zu besitzen. Dieses wird mittels elektrisch arbeitender Instrumente ausgeführt, welche Gasproben entnehmen und diese kontinuierlich auf die Mengen an Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlenstoffoxyd prüfen. Hierdurch wird der Chemiker in den Stand gesetzt, sofort jede unvollkommene Verbrennung, die durch Abänderung der zugeführten Luft abgestellt werden kann, zu entdecken.

Selbst in den besten Drehöfen wird beträchtliche Wärme infolge der hohen Temperatur der, die Öfen verlassenden Gase verloren. Auch in diesem Falle ist ein ständiges Registrieren der Temperatur zwecks Verhinderung des vermeidbaren Verlustes an Wärme nötig. Ein gut entworfener Ofen wird seine Gase mit einer unter 210° C. liegenden Temperatur abgeben, während bei einigen älteren Öfen diese Temperatur 500° C. erreichen kann und damit einen Verlust von 5 t Kohle per 100 t Klinker, im Vergleich zu dem wirksamer arbeitenden Drehofen, aufweist.

Ein anderer wichtiger Faktor der wirksamen Wärmeausnutzung ist die Kontrolle der Luftzufuhr, um sicher zu stellen, dass möglichst viel der zur Verbrennung benötigten Luft durch die den Ofen verlassenden Klinker vorerhitzt wird. Die Kontrolle dieser Angelegenheit macht den Gebrauch von Zugmessern, um den Luftstrom zu bestimmen, notwendig. Das Ziel des Drehofenkontrolleurs ist eine möglichst vollkommen gleichmässige Rohmehlzufuhr und eine ebenso vollkommen gleichmässige Zufuhr von Kohle und Luft, damit keine Abänderungen notwendig werden und die Leistung an vollkommen gleich-

mässig gebranntem Klinker auch mengenmässig gleichbleibend erhalten werden kann. Dieses Ideal ist indessen in der Praxis nicht erzielbar, weil die Menge des den Ofen passierenden Materials schwankt, und weil auch die Qualität der Kohle sich ändert. Man muss daher Möglichkeiten besitzen, sich anzupassen; diese können sowohl in der Menge des den Ofen passierenden Rohmehls wie in der Kohlenart bestehen. Das üblichere Mittel ist aber die Aenderung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Ofens, mittels welcher der Durchsatz des Materials durch den Ofen je nach Bedarf verlangsamt oder beschleunigt werden kann.

Ueber den Wärmeverlust durch die hohe Temperatur der Schornsteingase ist bereits berichtet worden. Der nächstwichtigste Verlust ist wahrscheinlich der durch Strahlung von den Oberflächen des Ofens und des Kühlrohrs. Derartige Strahlungsverluste nimmt man allgemein als äquivalent mit 4 t Kohle per 100 t Klinker an. Einige Versuche, diesen Verlust zu mindern, sind durch Isolierung des Ofenumfangs, gewöhnlich durch Anbringung von Schichten aus wärmeisolierendem Material zwischen der feuereinsten Auskleidung und den Stahlplatten des Ofens, vorgenommen worden. Gelegentlich ist die Strahlungswärme des Ofenumfangs auch zum Trocknen von Kohle verwendet worden.

Die beschriebenen Fortschritte des modernen Drehofens sind namhaft gemacht, und die Verbesserungen auf wirtschaftlichem Gebiete sind für diesen Ofen während der letzten fünf Jahre grösser als während der früheren Jahrzehnte seiner Anwendung. Tatsächlich kann die Industrie Gross-Britanniens sich mit der jedes anderen Landes der Welt hinsichtlich der wirtschaftlichen wie wissenschaftlichen Seite der Zementherstellung messen.

Zement - Beanstandungen.—I.

EIN BERICHT ÜBER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.

von H. A. HOLT.

Die Ermittlung der Ursachen von Fehlausführungen in Beton setzt seitens des Untersuchers gelegentlich ein hohes Mass von Hineindenken in den Gegenstand voraus. Es scheint immer noch der Gedanke zu herrschen, dass selbst bei Gegenwart geringfügiger Zementmengen die Natur der übrigen Bestandteile bedeutungslos sei. Die Güte des neuzeitlichen Portlandzements ist bis zu einem gewissen Grade dafür verantwortlich, diesen Gedanken genährt zu haben, da der Zement gelegentlich genügende Festigkeit liefert, um den zerstörenden Einfluss schlechter Zuschlagstoffe oder minderwertiger Ausführung zu überwinden. Diese Güte des Zements erhält den Beton und ermöglicht es überhaupt, dass er die an ihn gestellten Anforderungen, wenn sie nicht zu hohe sind, besteht. Ein solcher Beton ist indessen unbefriedigend und auf lange Sicht selten wirtschaftlich.

Derartige Fälle sind aber bei weitem in der Minderzahl. Das Güteniveau des in diesem Lande hergestellten Betons wächst ständig in dem Masse, wie Architekten und Ingenieure die Wichtigkeit derartiger Dinge wie sorgfältige Auswahl der Zuschlagstoffe, Kontrolle der Menge des Anmachewassers und Nachbehandlungsmethoden zu würdigen wissen und in dem Masse, wie sie immer mehr Vorschriften einführen, welche in ihren Normen diese Dinge betreffen.

Die Ergebnisse von Laboratoriumsuntersuchungen und -analysen vieler Proben schlechter Betone haben viele verschiedene und nicht misszuverstehende Fehler aufgezeigt, von denen jeder einzelne die Zerstörungsursache sein kann. Bei 47 von 400 Mustern war es nicht möglich, die Fehlerquelle

zu ermitteln. Bei 353 Proben minderwertiger Betone wurden 629 mögliche Ursachen der Zerstörung festgestellt, woraus hervorgeht, dass bei der Mehrzahl der Fälle die Minderwertigkeit des Betons nicht auf einer Ursache beruhte, sondern auf das Zusammenreffen mehrerer Faktoren zurückzuführen war, welches derart die Güte des Betons minderte, dass hieraus die Ursache der Reklamation resultierte. Aus der folgenden Untersuchung geht hervor, dass eine solche nur dann vollständig ist, wenn jede nur einigermaßen verständliche Zerstörungsursache geprüft wird. Wenn man sich mit der Feststellung einer ersten und einzigen Fehlerquelle begnügt, so kann es vorkommen, dass ein anderer, wesentlich schädlicherer Faktor übersehen wird. Es soll darauf hingewiesen werden, dass die zu beschreibenden Untersuchungen sich nicht mit Betonkonstruktionsfehlern befassen, sondern sich zumeist auf Reklamationen über unbefriedigende Güte von Beton während des Baus oder bei der Herstellung von Betonwaren erstrecken.

Wenn ein Beton nicht das leistet, was von ihm erwartet wird, so beliebt der über geringe Erfahrung verfügende Betonhersteller mit eintöniger Regelmässigkeit, dem Zement das Verschulden zu geben, wobei er allerdings ganz die Tatsache vergisst, dass gerade der Zement der einzige unter wissenschaftlicher Kontrolle von Fachchemikern entstandene Bestandteil ist, und dass viele Fehlschläge viel wahrscheinlicher aus unrichtigen Zuschlagstoffen oder fahrlässiger Verarbeitung resultieren. Bei den 400 Proben untersuchten Betons stellte sich nur in einem einzigen Falle heraus, dass der

Zement infolge schnellbindender Eigenschaften die Ursache des Fehlschlages war. In 6 Fällen hatte der Zement Kohlensäure aus der Luft gebunden, weil er zu lange oder falsch auf der Baustelle bzw. auf dem Lager gelagert hatte.

Ursachen für fehlerhaften Beton.

56% aller Fälle erklärten sich in dieser oder jener Form aus schlechter Verarbeitung, während der Rest auf falsche Materialien zurückzuführen war. Hinsichtlich der untersuchten 400 Betonproben gibt die folgende Uebersicht, nach Zahl der Fälle geordnet, die Fehlerquellen an:

83 Fälle (20,7%): Mischungen mit zu niedrigem Zementgehalt, wodurch ein schwacher und poröser Beton bzw. Mörtel resultierten.

49 Fälle (12,3%): Mit organischen Stoffen verunreinigte Zuschlagstoffe, welche verzögerte Erhärtung und in extremen Fällen Ausfall jeder Erhärtung bedingten. Die Zahl dieser Fälle ist nicht höher, weil die Feststellung organischer Bestandteile in den Zuschlagstoffen durch Analyse des Betons häufig unmöglich ist.

48 Fälle (12%): Schlechtes Mischen oder ungenügend langes Mischen, was zu ungleichmässiger Verteilung von Zement und Sand und späterhin zu Nestern, nur aus Zuschlagstoffen bestehend, führte.

47 Fälle (11,75%): Ursache nicht feststellbar. In vielen dieser Fälle war die Zerstörungsquelle zwar zu vermuten aber infolge ungenügender Information nicht zu beweisen. Andere Fälle waren wahrscheinlich auf organische Verunreinigungen, zu kleine und uncharakteristische Proben, ungenaue Vorschriften bei der Bauausführung und sonstige lokale Umstände, von denen der Untersucher keine Kenntnis hatte, zurückzuführen.

43 Fälle (10,75%): Sand oder Zuschlagstoffe, die einen Ueberschuss an Lehm oder Ton enthielten, wodurch

entweder der Sand zusammenballte oder die Zuschlagstoffe mit einem Ueberzug, der die Haftung mit dem Zement verhinderte, bedeckt waren. In diesem Zusammenhang ist die Art des gegenwärtigen Lehms oder Tons von grösserer Bedeutung als deren tatsächliche Menge. Eine geringe die Zuschlagstoffe wie einen Film überziehende Menge Lehm ist wesentlich schädlicher als eine verhältnismässig grosse, in Form eines losen Pulvers vorhandene, sofern diese letztere nicht chemisch schädlich einwirkt.

36 Fälle (9%): Zu feiner Sand oder ein Ueberschuss an mehrlartigem, feinem Staub bei den Grobzuschlägen. Dieses ist ein allgemeiner Fehler, der einen Mörtel geringer Festigkeit ergibt, und der ausserdem eine schlechte Haftung zwischen Zement und Zuschlägen bewirkt. Ein gewisser Anteil an feinem Sand ist notwendig, aber nicht notwendiger als ein grösserer Anteil an grobkörnigem Sand. In 2 Fällen (0,5%) nur war die Ursache ein zu grober Sand mit zu wenig feinen Anteilen. Es resultierte ein poröser Beton schlechter äusserer Beschaffenheit.

35 Fälle (8,7%): Fälle, bei denen zu viel Anmachewasser verwendet worden war, wodurch sich ein äusserst bedenklicher Abfall der Betonfestigkeiten besonders in der ersten Erhärtungszeit, sowie Entmischung und das Auftreten von gelegentlichen Schrumpfrissen ergaben. Die genannte Zahl gibt nicht die wahre Menge der Fälle an, bei denen eine zu nasse Mischung verwendet wurde, da man wohl nach dem Aussehen des Betons auf zu viel Anmachewasser in der Mischung schliessen, es aber oft unmöglich analytisch beweisen kann. In 15 dieser Fälle ergaben unzureichende Anmachewassermengen unvollkommen hydratisierten Zement, Festigkeitsabfall, Ungleichmassigkeit und Porosität des Betons.

34 Fälle (8,5%): Unrichtige Korngrössenverteilung der Zuschlagstoffe,

wobei in 3 Fällen der Mangel an mittelgekörrtem Material die Ursache des Fehlschlages war. Meistens, also bei den übrigen 31 Fällen, besaßen die Zuschlagstoffe für den speziellen Verarbeitungszweck nicht passende Korngrösse, wodurch schlechte Erhärtung, Porosität und mangelhafte Ueberdeckung der Bewehrungseisen bedingt wurden.

34 Fälle (8,5%): Uebersandete Mischungen, woraus ein schwacher Beton resultierte, da die Oberfläche der Sandanteile grösser als die der Grobzuschläge ist und daher mehr Zement zur Bindung notwendig macht. In 22 Fällen (5,5%) enthielten die Mischungen zu wenig Sand, was ein wesentlich bedenklicherer Fehler ist, da alsdann ein poröser Beton und Freiliegen der Grobzuschläge entsteht.

25 Fälle (6,25%): Fehlschläge, die lediglich völlig falscher oder fahrlässiger Verarbeitung beim Einbringen und Stampfen des Betons ihre Entstehung verdanken, wodurch sich eine lose, wenig feste und poröse Masse ergab. Wenn diese Art von Beton bewehrt wird, so besteht die Gefahr, dass die Eisen nicht genügend eingebettet und überdeckt werden, wodurch Schwäche in der Konstruktion und Rosten der Eiseneinlagen sich ergeben kann.

23 Fälle (5,75%): Zu hoher Kohleanteil in Zuschlägen wie Müllschlacke oder Klinkergrus, welcher Volumenvergrösserung im Beton, verknüpft mit Rissbildung und Zerstörung, bedingt.

20 Fälle (5%): Anwesenheit von Schwefel in Form von Sulfiden, wie sie dem Wetter nicht ausgesetzte Schlacken, Müllschlacken, Klinker und Spate enthalten, wodurch langsame Erhärtung und Zerstörung des Betons bei Oxydation der Sulfide verursacht wird. 13 Fälle betrafen (3,25%) Zuschlagstoffe, die Schwefel als Sulfate, wie bei Spaten, Schlacken,

Klinker und Müllschlacken, enthielten. Es trat allmähliche Rissbildung und Zerstörung ein.

19 Fälle (4,75%): Fälle in denen die Nachbehandlung des Betons unrichtig war, indem dieser nicht genügend gegen Frost, Sonne, austrocknenden Wind und andere zu schnell austrocknende Einflüsse geschützt war. Die Anzahl dieser Fälle würde höher sein, wenn nicht die Schwierigkeit darin bestände, diesen Fehler durch äusseren Befund oder Analyse beweisen zu müssen.

15 Fälle (3,75%): Verwendung schuppig-geschichteter oder nahezu kugelförmiger Zuschläge, wodurch Hohlräume entstehen und in der Folge geringe Festigkeit und Porosität festzustellen ist.

14 Fälle (3,5%): Zuschläge mit geringer Eigenfestigkeit, wie z.B. weiche Sandsteine und verwitternde Eruptivgesteine. Diese Zuschläge besitzen beim Stampfen oder Verdichten der Betonmasse die Tendenz zu zerbrechen und bilden daher naturgemäss mechanisch wenig widerstandsfähige Nester im Beton.

9 Fälle (2,25%): Zerstörungen die auf die Einwirkung industrieller Chemikalien zurückzuführen sind, denen der ungeschützte oder nicht genügend geschützte Beton ausgesetzt ist.

8 Fälle (2%): Mit Gips oder Gipsmörtel verunreinigte Zuschlagstoffe, wie zerkleinerte Ziegel, wodurch Schnellbinden des Zements eintrat.

7 Fälle (1,75%): Ueberschuss an Hohlräumen im Beton, für welchen im Einzelnen die Ursache nicht nachgewiesen werden konnte, der aber wahrscheinlich auf einer Kombination verschiedener Umstände beruhte. In 2 Fällen jedoch war die Ursache darin zu sehen, dass der Beton in fliessendes Wasser gebracht worden war, wodurch Zement und Sand weggespült wurden.

6 Fälle (1,5%): Zement, der Kohlensäure gebunden hatte, da er zu lange oder falsch gelagert worden war, wodurch sich Abbindeverzögerung und bei extremen Fällen Erhärungsverzögerung einstellten.

5 Fälle (1,25%): Kohlenstoffhaltige Zuschlagstoffe, welche die Erhärtung verzögerten.

4 Fälle (1%): Fehlschlag infolge Vermischung von Portland- mit Tonerdezement, was ausserordentlichen Umschlag in Schnellbinder zur Folge hatte.

4 Fälle (1%): Verwendung von zu fetter Mischung. In allen Fällen bestanden die Proben aus nahezu reinem Zement, was zu starken Schwindrissen Veranlassung gegeben hatte.

3 Fälle (0,75%): Zu hoher Gehalt der Zuschläge an pflanzlichen Stoffen, wie Blättern und Gras, wodurch eine physikalische Schwächung des Betons eintrat, unabhängig von der Wirkung organischer Verunreinigungen auf Zement.

1 Fall (0,25%): Fehlschlag infolge Gehalts der Zuschlagstoffe an freiem Kalk, der Treiberscheinungen und Zerstörung des Betons verursachte.

1 Fall (0,25%): Fehlschlag infolge ungenügender Ueberdeckung der Bewehrungsseisen, was sich in Oxydation und Volumenvergrößerung der Eiseneinlagen bemerkbar machte.

1 Fall (0,25%): Der einzige Fall eines fehlerhaften Zements, da dieser schnellbindend war.

Wie bereits erwähnt, wurden bei 90% der Betonproben wenigstens zwei ausgesprochene Fehler festgestellt; in vielen Fällen waren aber deren mehr als zwei vorhanden, welche das Erzeugnis beeinträchtigten. Im Folgenden sollen Einzelfälle besprochen werden, bei denen mehrere Faktoren zusammenkamen, um die Fehlausführung zu bewirken.

Mangelhafte Erhärtung.

Ein Beton erhärtete unbefriedigend und war von geringer Festigkeit. Bei der Untersuchung wurde festgestellt, dass er aus einem Teil Zement, 0,8 Teilen Sand und 3,2 Teilen Schlacke bestand. Die Korngrößenverteilung der Zuschläge war schlecht, da sich kein mittelkörniges Material vorfand, der Sand ausgesprochen zu fein und bei hohem Lehmgehalt in ungenügender Menge anwesend war. Ausserdem ergab die Analyse die Anwesenheit von Schwefel in Sulfidform und als Schwefelsäureanhydrid mit wenigstens 2% mehr als dem gewöhnlichen aus dem Zement stammenden Gehalt. Zu diesen Ursachen kam die Tatsache, dass der Zement Kohlensäure gebunden hatte, obwohl er noch den englischen Normen genügte. Später stellte sich heraus, dass der Zement auf der Baustelle unter schlechten Bedingungen gelagert hatte. Es war auf Grund dieser Fehler nicht zu verwundern, dass der Beton geringe Festigkeit aufwies und dass die Erhärtung des Zements sich verzögert hatte.

In einen anderen Falle war die Erhärtung des Betons mangelhaft. Die Farbe des Betons war die eines hellen Biskuits, was zunächst aus dem Ueberschuss an Anmachewasser abzuleiten war, da sich dann oft ein hellgefärbter Beton ergibt. Sodann beruhte die Hellfärbung auf einem hohen Tongehalt der Zuschlagstoffe. Beim Zerschlagen des Betons konnten die Zuschläge ganz sauber aus dem Beton entfernt werden, wobei die entstandenen Hohlräume, mit Tonsubstanz überzogen, die sich ursprünglich auf dem Zuschlagsmaterial als dünner Film abgesetzt hatte, zurückblieben. Der Beton war schlecht gemischt worden und die Zuschläge waren ungleichartig gekörnt mit dem Resultat, dass sich viele Hohlräume gebildet hatten.

In einem weiteren Falle, in dem der Beton unbefriedigend erhärtete, stellte

sich als Ursache der Minderwertigkeit Folgendes heraus: Uebersandete Mischung, Zuschläge mit hohem Gehalt an Lehm und organischen Verunreinigungen, zu feiner Sand, zu magere Mischung. Ausserdem waren Anzeichen dafür vorhanden, dass die Menge des Anmachewassers falsch gewählt worden war. Der ungenügend geschützte Beton war endlich auch durch Frost angegriffen worden. Es ist einigermaßen schwierig, festzustellen, welche Fehler ausser diesen noch hätten gemacht werden können, und doch schob der Hersteller dem Zement die Schuld zu.

Korngrösse

und Verunreinigungen des Sandes.

Sehr interessante Ergebnisse wurden erhalten bei der Untersuchung der Mörtelfestigkeit von 3 verschiedenen Sandarten und zwar von folgenden:

Sand A: grobkörnig, frei von Lehmgehalt.

Sand B: wie A, mit 12, 5% Lehmgehalt.

Sand C: feinkörnig, mit 12, 5% Lehmgehalt.

Es wurden Würfel hergestellt aus einem Teil hochwertigem Portlandzement und 3 Teilen der genannten Sande. Die Festigkeiten nach 24 Stunden und 7 Tagen waren:

Sand "A"		Sand "B"		Sand "C"	
24 Std.	7 Tage	24 Std.	7 Tage	24 Std.	7 Tage
		in kg/cm. ²			
273	651	161	539	112	490
245	630	157,5	525	112	490
238	602	154	490	112	490
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
252	627	157	518	112	490

Es ist interessant den Festigkeitsabfall festzustellen, der einmal durch den Lehmgehalt, zum anderen durch zu feinkörniges Material verursacht wurde. Der grobe, verunreinigte Sand B, ergibt, obwohl seine Kornzusammensetzung der des groben reinen Sandes A angenähert gleich ist, infolge seines Lehmgehaltes auffal-

lend niedrigere Festigkeiten. Der feinkörnige Sand C ergibt noch niedrigere Festigkeiten, als sie mit dem Sand B erhalten wurden und zwar lediglich infolge der verschiedenen Kornzusammensetzung, da die Menge und Art des zugesetzten Lehms bei beiden Sanden gleichgeblieben war. In diesem speziellen Falle waren keine organischen Stoffe gegenwärtig; es kommt aber sehr häufig vor, dass lehmhaltige Grubensande mit organischen Substanzen verunreinigt sind. Im Laufe der Zeit überlagert sich ein Sandvorkommen oder ein solches von sedimentärem Gestein mit aufeinanderfolgenden Schichten von verfaulten Vegetation und Blättern. Regen wäscht die organischen Stoffe aus und bringt diese in den Sand, der, wie ein Filter wirkend, diese zurückhält und nur das gereinigte Wasser durchsickern lässt. Es kommt nicht selten vor, dass der Sand einer Grube in deren oberem Teil die vegetabilischen Stoffe anreichert, während die unteren Teile nahezu frei von Verunreinigungen sind.

Organische Bestandteile in den Zuschlägen.

Obwohl in Grubensanden und Schotter fast immer organische Stoffe enthalten sind, kommt es trotzdem gelegentlich auch vor, dass andere

Zuschläge wie Kalksteine, Granite und Flusssande mit organischen Verunreinigungen behaftet, Fehlschläge bei Betonausführungen verursachen. In einem Falle, bei welchem ein Beton für eine Stützmauer nach 9 Tagen noch kein Anzeichen der Erhärtung aufwies, wurde festgestellt, dass als Magerungsmittel Ziegelbruch ver-

wendet worden war. Bei der Prüfung wurde ermittelt, dass dieser keines der üblichen Bestandteile enthielt, welche sonst gelegentlich in Ziegeln als zementschädlich angetroffen werden. Erst als als letztes Hilfsmittel zu der Natronlaugenprüfung geschritten wurde, stellte sich überraschenderweise ein solch hoher Gehalt an organischen Verunreinigungen heraus, dass die Verzögerung in der Erhärtung des Zements erklärlich wurde.

Kohlenstoff-Gehalt.

Kohlenstoffgehalt unterscheidet sich von organischen Verunreinigungen,

doch übt er eine ähnliche Wirkung aus, wenn er in Sanden angetroffen wird. Er findet sich gelegentlich in Form von Braunkohle, besonders in den schottischen und irischen Grubensanden. Es sind Fälle bekannt, wo einzelne Stellen eines Betons weder erhärten noch trocknen wollten, worauf sich bei der Untersuchung ergab, dass der Kern dieser Stellen aus einem kleinen Stück Braunkohle bestand. Je feinkörniger die Braunkohle ist, um so grösser ist auch ihre Verteilung in den Zuschlagstoffen und um so stärker und allgemeiner ist augenscheinlich ihre zerstörende Wirkung.

(Fortsetzung folgt.)

ANMERKUNG DER SCHRIFTFÜHRUNG.

DER Herausgeber der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“ fordert die Leser dieser Zeitschrift auf, ihm Artikel zur Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen. Das Manuskript kann in englischer, französischer, deutscher oder spanischer Sprache eingereicht werden und wird in die drei anderen Sprachen durch Fachleute übersetzt.

Es werden Abhandlungen erbeten über alle neuen Gedanken oder Entwicklungen in der Herstellung, Chemie oder Prüfung von Zement oder über verwandte Themata, die für die Zementindustrie von allgemeinem Interesse sind. Beschreibungen und Ansichten neuer, in allen Teilen der Welt errichteter Zementfabriken sind ebenfalls willkommen.

Die Hersteller von Zementmaschinen sind ebenfalls aufgefordert, Mitteilungen und Ansichten zur Verfügung zu stellen, welche sich auf neue von ihnen erbaute Werke und Neueinrichtungen ihrer Fabriken beziehen. Derartige Beiträge sind eingeschrieben zu senden an den Herausgeber von „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“, Dartmouth Street 20, Westminster, London, S.W.1 (England).

Erweiterung der Portland-Zement-Fabrik Groschowitz.

Im Frühjahr 1927 beschloss die Schlesische Portland-Cement-Industrie Akt.-Ges., Oppeln, ihre Fabrikanlagen in Groschowitz (Oberschlesien) durchgreifend zu erweitern. Die Tagesleistung der vorhandenen Dickschlamm-Anlage von 200 t Zement sollte um 500 t erhöht werden. Beim Entwurf der Erweiterung wurde ein nochmaliger Ausbau der Anlage auf 1200 t Tagesleistung vorgesehen. Mit den Ausschachtungsarbeiten wurde im Herbst 1927 begonnen. Im Oktober 1928 konnte bereits der Betrieb im neuen Werke, dessen gesamte mechanische Ausrüstung das Krupp-Grusonwerk, Magdeburg, lieferte, aufgenommen werden.

Die im Bruch durch Löffelbagger (Abb. 1, Seite 298) gewonnenen Rohstoffe gelangen in Klappkübelwagen von 6 t Fassungsvermögen zum Zementwerk. Hier hebt ein Laufkran von 10000 kg Tragkraft (Abb. 2, Seite 299) die Kübel von den Wagenuntergesellen ab und entleert ihren Inhalt vollkommen selbsttätig in die Einwurfrichter zweier Hammerbrecher, die stündlich 250 t Kalkstein verarbeiten. Das Gut wird den Brechern durch schwere Plattenbandförderer gleichmässig zugeführt. Ein zweiter mit Selbstgreifer arbeitender Laufkran (Abb. 3, Seite 299) fördert den gebrochenen Kalkstein in die Vorratsbehälter über den Dickschlamm-Mühlen.

Diese Schlamm-Mühlen sind wie alle in der Neuanlage aufgestellten Rohrmühlen mit „Centra“-Antrieb DRP (Abb. 4, Seite 300) ausgerüstet, bei dem die Mahltrommel durch eine bewegliche Spindel mit einem gekapselten Zahnradgetriebe gekuppelt ist. Die Mühlen haben 2,2 m Durchmesser bei einer Länge von 13 m und arbeiten als Dreikammerrmühlen. Ihr Mahlerzeugnis, ein Dickschlamm mit 40% Wassergehalt, besitzt 5% Rückstand auf dem Sieb mit 4900 Maschen je qcm, bezogen auf Trockengut. Jede Mühle verarbeitet stündlich 36 t trockenes Rohgut mit einem Kraftaufwand von 600 PS.

Den Zement-Rohschlamm drückt ein Mammut-Bagger DRP in die Schlamm-Vorratsbehälter, wo er mit Hilfe von Mammut-Pumpen DRP und Pressluft gemischt wird.

Zu dem vorhandenen Drehofen von 3 m Durchmesser und 50 m Länge wurden zwei weitere Öfen von 3,3 m Durchmesser und 55 m Länge (Abb. 5, Seite 301) aufgestellt. Die Öfen und Kühltrommeln werden über ein Präzisionsrädergetriebe angetrieben. Ihre Laufrollenlagerungen sind mit Oelschöpfinglagern ausgerüstet.

Jeder der beiden Drehöfen ist mit einem Abhitzeessel von 1000 qm Heizfläche zur Verwertung der Abgase ausgerüstet (Abb. 6, Seite 301). Mit dieser Abhitzeesselanlage wird genügend Dampf gewonnen, um die gesamte neue Einrichtung betreiben zu können. Die Rauchgase haben nach dem Verlassen der Kessel eine Temperatur von etwa 180 bis 200° und werden durch zwei Saugzuggebläse in einen Schornstein gedrückt.

Nachdem der gebrannte Klinker die Kühltrommeln verlassen hat, wird er automatisch gewogen und auf einem Conveyor der Klinkerhalle zugeführt. Hier arbeitet ein Laufkran von 30 m Spannweite und 100 m Fahrbahnlänge (Abb. 7, Seite 302), der mit einem Selbstgreifer von 4 cbm Fassungsvermögen den Klinker über die Lagerfläche verteilt. Diese Art der Auffüllung und Entleerung des Klinkerlagers hat sich gut bewährt, da sich die Lagerfläche vollständig ausnutzen lässt. Auch bleibt die Klinkerhalle auffallend staubfrei, weil der Klinker nicht aus grosser Höhe herabfällt.

Der zu vermahlende Klinker wird von dem Greiferkran in einen Füllrumpf geschüttet und gelangt von dort in die Zementmühlen.

Am Einlauf jeder Zementmühle sind zwei Drehtellerspeiser angeordnet, die Klinker und Rohgips gleichmässig in genau einstellbarer Menge den Dreikammer-Verbundmühlen von 2,2 m Durchmesser und 13 m Länge zuteilen. Jede Mühle vermahlt stündlich 19000 kg Klinker zu Zement mit etwa 10% Rückstand auf dem Sieb mit 4900 Maschen je qcm. Durch den „Centra“-Antrieb ergibt sich eine hohe Betriebssicherheit der Mühlen, da der ungeschützte und dem Verschleiss unterliegende Zahnkranzantrieb wegfällt.

Hinter den Mühlen, die an eine Entstaubungsanlage angeschlossen sind, wird der Zement gewogen und danach durch Förderbänder und Becherwerke nach sechs Zementsilos von 13,2 m Durchmesser und 25 m Höhe gefördert. Fahrenbare Entleerungsvorrichtungen entnehmen den Zement aus den einzelnen Zellen. Schnecken und Beckerwerke beschicken die vier Sackpackmaschinen, die stündlich bis 3600 Sack zu 50 kg liefern. Auf Förderbändern gelangen die gepackten Säcke selbsttätig bis unmittelbar an die Eisenbahnwagen.

Die für die Drehöfen benötigte Kohle wird durch einen mit Selbst greifer arbeitenden Laufkran auf den Kohlenlagerplatz entladen. Zugleich bedient dieser Kran auch die Bunker über den Kohlentrocknern, die als Röhrentrockner mit Dampfheizung ausgeführt sind. Einfachste Bedienung und gute Regulierfähigkeit bei geringstem Wärmebedarf sind die Vorzüge dieser für die Zementindustrie neuartigen Trockner. Mit den Schwaden aus den Trocknern angesaugte Kohlenstaubteilchen werden in einer besonderen Entstaubungsanlage restlos wiedergewonnen.

Zur Kohlenvermahlung sind zwei Dreikammer-Rohrmühlen von 1,55 m Durchmesser und 9 m Länge mit „Centra“-Antrieb aufgestellt. Das Mahlerzeugnis hat 10% Rückstand auf dem Sieb mit 4900 Maschen je qcm. Fullerpumpen fördern den Kohlenstaub nach den einzelnen Verbrauchsstellen.

Fast alle Maschinen haben Einzelantrieb. Wo es erforderlich ist, wird die Drehzahl der Elektromotoren durch Kruppsche Reibradgetriebe (Patent Garrard) (Abb. 8, Seite 302) oder gekapselte Präzisionsradergetriebe auf die entsprechende Maschinendrehzahl herabgesetzt. Die Antriebsmotoren der Mühlen und Hammerbrecher sind für Hochspannung von 5000 Volt gebaut, während die übrigen Motoren mit 500 Volt Drehstrom betrieben werden. Insgesamt wurden etwa 50 Elektromotoren aufgestellt, die von den Siemens-Schuckertwerken mit der zugehörigen elektrischen Ausrüstung geliefert wurden.

INTERNATIONAL

“CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE”

Bezugspreise.

AUF Grund der sehr stark vermehrten Herstellungskosten von „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“ in seiner neuen Form, ist es notwendig gewesen, den Preis auf 2 Shilling für jedes Heft zu erhöhen. Der jährliche, in der ganzen Welt postfreie Bezugspreis beträgt 24 Shilling. Augenblickliche Bezieher, welche auf Grund unserer früheren Subskriptionsliste im Voraus bezahlt haben, werden so lange die Hefte zum alten Preise weiter erhalten, bis ihr gegenwärtiges Abonnement abläuft.

Der jährliche Bezugspreis ist an „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“, London, S.W.1, Dartmouth Street 20, England einzusenden, worauf die Hefte regelmässig monatlich für die Dauer des Bezugs zugestellt werden.

„Falsches Abbinden“ von Portlandzement.

VON D. K. MEHTA.

Chefchemiker der United Cement Co. (Indien).

UNTER Berücksichtigung des Anteils, den indische Zementfabrikanten an Ihrer Zeitschrift nehmen, dürfte ein Beitrag von mir an der, in Ihrer Zeitschrift begonnenen Diskussion über das „falsche Abbinden“ von Zement Ihre Leser interessieren.

Eine Zuschrift (April 1929) behauptet, dass das „falsche Abbinden“ künstlich in jedem ordentlich hergestellten Zement durch Steigerung der Temperatur in den Mühle auf 110°C . und darüber hervorgerufen werden kann und erklärt diesen Vorgang mit der vollständigen Umwandlung des Gipses in Anhydrit, der damit seine Löslichkeit und Reaktionswirksamkeit als Abbindeverzögerer verliere. Wenn diese Behauptung als richtig unterstellt würde, würden wir in Indien nur Zement, der falsch abbindet herstellen, da ich es bezweifle, dass man in Indien Zement bei Temperaturen unter 110°C . ohne besondere Kühlvorrichtungen mahlen kann. Dem Schreiber ist ein Fall bekannt, wo der Zement die Mühle mit Temperaturen von 149°C . und darüber verlässt und trotzdem vollkommen normal abbindet.

Die in dieser Zuschrift wie auch in der „C.E.H.“ gezeichneten (Mai 1929 Ausgabe dieser Zeitschrift) vorgebrachte Erklärung, nach welcher die hohe Temperatur in der Mühle die Ursache des falschen Abbindens sei, ist nicht völlig überzeugend, da die von dem Schreiber gesammelten Erfahrungen hiermit nicht übereinstimmen. Wenn Rapidbinden die Folge der hohen Temperatur in der Mühle ist, dann muss die Grundursache in der Güte des Klinkers gesucht werden, das heisst mit anderen Worten in den physikalischen, den Brennprozess im Ofen beeinflussenden

Bedingungen. Es ist sehr wohl möglich, dass die hohe Temperatur zu dem Umschlagen von solchem Klinker in Schnellbinder beitragen kann, der äusserlich gut gebrannt erscheint, der aber trotzdem in der Sinterzone nicht auf die richtige Temperatur oder nicht lange genug auf diese erhitzt worden ist. Es dürfte schwierig zu beweisen sein, dass dieses die richtige Erklärung ist; indessen erscheint die Tatsache, dass gut gebrannter bei Temperaturen von 149°C . und darüber gemahlener Klinker nicht schnellbindend ist, zwingend darauf hinzuweisen, dass die hohe Temperatur nicht die Hauptursache des falschen bzw. Schnellbindens ist. Der Schreiber hat selbst einmal die Schwierigkeit mit dem Schnellbinden und den daraus entstandenen Unliebsamkeiten vielfältiger Natur durchgemacht; diese wurden damals durch Herabsetzen der Mahltemperaturen beseitigt. Als indessen später unter Vernachlässigung der Temperaturfrage diese längere Zeit auf über 149°C . stieg, ohne dass Schnellbinden eintrat, ergab sich hieraus, dass in dem ersten Falle die Grundursache die physikalischen, den Brennprozess im Ofen beeinflussenden Bedingungen gewesen war, zumal in beiden Fällen die chemische Zusammensetzung und die Mahlfeinheit des Rohmehlschlammes die gleiche gewesen war.

Die, die hohe Temperatur als Ursache für das Schnellbinden angegebene allgemeine Erklärung läuft darauf hinaus, dass der Gips gänzlich oder teilweise dehydriert wird, Vorausgesetzt dieses wäre richtig; müsste deshalb die Abbindezeit beeinflusst werden? Dieses sollte keineswegs der Fall sein, da jede Modifika-

tion des Calciumsulfats einen gleich guten Abbindeverzögerer wie Gips darstellt. R. K. Meade, der mit Gips-Anhydritmischungen praktische Versuche ausgeführt hat, sagt hierzu: „Der fortgesetzte und wachsende Verbrauch von Gips-Anhydritgestein ist ein Beweis, dass dieses die spezifischen Eigenschaften eines Abbindeverzögerers besitzt . . . ; unabhängig von allen Laboratoriumsuntersuchungen liegt der beste Beweis seines Wertes in der beachtenswerten Menge des gegenwärtig verarbeiteten Gemisches von Gips und Anhydrit“¹. Es würde sowohl interessant wie belehrend sein, wenn die Fabrikanten, welche diese Schwierigkeiten mit der Abbindezeit durchgemacht haben, diese ihre Erfahrungen bekannt geben und Anregungen geben würden für mögliche Untersuchungen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf eine besondere Erscheinung hinweisen, die ich bei meinen Untersuchungen über den Abbindebeginn gemacht habe. Einige Proben ergeben bei Prüfung mit der Vikatnadel einen Abbindebeginn von 10-15 Minuten. Werden die Beobachtungen indessen fortgesetzt, so findet man, dass nach weiteren 15 Minuten die Vikatnadel

den Probekörper wieder voll durchdringt, wodurch der Nachweis erbracht ist, dass die Beobachtung des Abbindebeginns im ersten Falle falsch war, und dass der zweite Abbindebeginn vollkommen normal innerhalb von 70-100 Minuten erfolgt. Es dürfte sehr interessant zu erfahren sein, ob andere Stellen ein gleiches Verhalten von Zement beobachtet haben.

Was die Frage angeht, welche „C.E.H.“ in Verbindung mit der Abbindezeit anregt: „Sollen die englischen Normen für gewöhnlichen und hochwertigen Portlandzement gleichlautend sein?“ so ist es schwierig einzusehen, warum sie es nicht sein sollten. Hochwertiger Zement unterscheidet sich von gewöhnlichem Zement nur durch seine Erhärtungseigenschaften und nicht durch seine Abbindezeit. Ein schnellbindender Zement wird stets rapidbindend sein, ganz unabhängig von der Menge des Anmachewassers und von der zum Anmachen aufgewendeten Zeit. Wenn ein Zement normale Abbindezeit aufweist, also Beginn nach mehr als 30 Minuten, wobei entweder mehr Wasser zum Anmachen verwendet wurde oder längere Zeit angerührt wurde, so ist er ganz unabhängig von seiner schnellen Erhärtung oder Normalerhärtung selbstverständlich nicht schnellbindend.

¹ Untersuchungen im Einzelnen vergl. „Rock Products“, 24. Nov. 1928, Seite 55/58.

INSERATE.

ALLE, Anzeigen in der internationalen Zeitschrift „CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE“ betreffenden Anfragen müssen an Concrete Publications, Ltd., London, S.W.1, Dartmouth Street 20, (England), gerichtet werden.

Der Anzeigentext muss diese Adresse spätestens bis zum 25. des Monats, der der Veröffentlichung vorangeht, erreichen. Wenn die Herausgeber bis zu diesem Termin keinen neuen Text erhalten, behalten sie sich das Recht vor, den letzten Text erneut zu veröffentlichen.

Wenn Inserate in mehr als einer Sprache gedruckt werden sollen, so sollten die Uebersetzungen vom Inserenten geliefert werden. Auf Wunsch werden die Herausgeber diese Uebersetzung, allerdings ohne für ihre Genauigkeit zu haften, vornehmen.

Die Japanische Portlandzement-Industrie.

DIE im Folgenden über die japanische Portlandzement-Industrie mitgeteilten Einzelheiten sind im November 1929 von der Japanese Portland Cement Association veröffentlicht worden. Die folgende Tabelle zeigt das Wachsen der Industrie während der letzten Jahre.

Jahr	Investiertes Kapital in RM.	Zementproduktion in t.
1920	80.783694	1350598
1921	96.411808	1551133
1922	104.721258	1856860
1923	113.720310	2239045
1924	133.773000	2195434
1925	135.192513	2504132
1926	153.567813	3200844
1927	203.694959	3527979
1928	225.650520	3820671

Die gütemässige Verbesserung des japanischen Portlandzements zeigt die nächste Tabelle, die in zusammenfassender Weise die Aenderungen der Regierungsnormen von 1905 bis heute enthält:

Datum der Revision.	Mahlfeinheit.	1 : 3 Mörtel		Reiner Zement		
		Druckfestigkeit in kg/qcm		Zugfestigkeit in kg/qcm		
		7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	
Febr. 1905	{ Rückstand auf dem 900/qcm Siebe (Drahtdurchmesser 0.1 mm) 10% }	—	120	7	15	25
Dez. 1909	{ Rückstand auf dem 900/qcm Siebe (Drahtdurchmesser 0.1 mm) 5% }	—	120	8	16	25
Juni 1919	{ Rückstand auf dem 900/qcm Siebe (Drahtdurchmesser 0.1 mm) 3% }	—	140	10	18	30
April 1927	{ Rückstand auf dem 4900/qcm Siebe 17% }	—	210	14	21	40
Neuer Entwurf	{ Rückstand auf dem 4900/qcm Siebe 12% }	220	300	20	25	—

Die folgenden, stichwortartigen Notizen bringen Einzelheiten der jetzt in Japan in Betrieb befindlichen Fabriken.

Asano Portland Cement Co., Ltd.

Werke in Tokio, Moji, Hokkaido, Kawasaki, Taiwan, Osaka, Nishitama. Gesamte Leistung täglich 5700 t.

Fabrik in Tokio.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: hochprozentiger Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage: zwei Einwalzenbrecher 610 x 810

mm, eine Schrauben-Mühle 300 mm. Rohmühlen: acht Doppel-Hartmühlen 1.8×3.5 m, acht Selektoren 2.8 m. Vier Drehöfen 36×2.4 m. Eine Kohlen-Trockentrommel 18×1.8 m, eine Kohlenmühle. Zement-Mühlen: drei Compeb-Mühlen 7.3×2.1 m. Drei Bates-Packmaschinen.

Fabrik in Moji.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein, Ton, quarzreicher feuerfester Ton und Schlacke. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: ein Einwalzen-Brecher, eine Frett-Mühle, zwei Hammerbrecher;—für Kalkstein: zwei Schraubenmühlen. Rohmühlen: vier Compeb-Mühlen 2.13×7.32 m, eine Doppel-Hartmühle 3.66×1.77 m. Öfen: vier Drehöfen $3.74 \times 3.05 \times 60$ m, fünf Drehöfen 2.13×24.38 m; drei Kohlentrockner 1.6×18 m, zwei Kohlenmühlen 1.95×11 m. Zement-Mühlen: fünf Compeb-Mühlen 2.13×7.32 m, eine Schlacken-Rohrmühle 1.83×9.71 m, eine Unidan-Mühle 2.2×12 m.

Fabrik in Hokkaido.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: ein Hammer-Brecher, ein Backen-Brecher;—für Kalkstein: zwei Schraubenmühlen. Rohmühlen: siebzehn Fuller-Mühlen 1.07 m. Öfen: zwei Drehöfen 2×30 m, ein Drehofen 2.74×60.9 m. Brennstoff-Aufbereitung: zwei Ruggles-Coles Kohlentrockner 1.83×18.3 m, vier Fuller-Mühlen 1.07 m. Zement-Mühlen: vier Compeb-Mühlen 2.13×7.32 m. Pack-Anlage: zwanzig Fass-Rüttelmaschinen, drei Bates-Packmaschinen.

Fabrik in Kawasaki.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: ein Einwalzen-Brecher, zwei Hammerbrecher, fünf Doppelwalzen-Brecher;—für Kalkstein: fünf Gates Brecher. Rohmühlen: zehn Hartmühlen 1.75×3.48 m, eine Unidan-Mühle 2.2×12 m, zwei Compeb-Mühlen 2.13×7.32 m. Öfen: zwei Drehöfen 2.74×60.96 m, zwei Drehöfen 2.74×54 m. Brennstoff-Aufbereitung: zwei Ruggles-Coles Kohlentrockner 1.83×18.3 m, sieben Fuller-Mühlen 1.06 m. Zement-Mühlen: eine Compeb-Mühle 1.83×6.71 m, fünf Compeb-Mühlen 2.13×7.32 m. Pack-Anlage: achtzehn Fass-Rüttelmaschinen, vier Bates Packmaschinen, zwei Rotier-Packmaschinen.

Fabrik in Taiwan.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: zwei Schraubenmühlen;—für Kalkstein: ein Gates Brecher. Rohmühlen: vier Doppel-Hartmühlen 1.6×3.5 m. Öfen: ein Drehofen 2.75×54.35 m. Brennstoff-Aufbereitung: ein Ruggles-Coles Kohlentrockner 1.83×15.24 m, eine Fuller-Mühle 1.12 m, zwei Fuller-Mühlen 0.84 m. Zement-Mühlen: eine Ballpeb-Mühle 1.13×5.49 m, eine Verbund-Rohrmühle 2.13×7.32 m, eine Doppel-Hartmühle 1.6×3.5 m. Pack-Anlage: acht Fass-Rüttelmaschinen, eine Bates-Packmaschine.

Fabrik in Osaka.—Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: ein Doppelwalzen-Brecher;—für Kalkstein: ein Backenbrecher. Rohmühlen: eine Kugelmühle 2.13×6.71 m. Öfen: zwei Drehöfen 2.26×38.1 m. Brennstoff-Aufbereitung: zwei Kohlen-Trockentrommeln, eine Rohrmühle 1.52×6.10 m. Zement-Mühlen: eine Compeb-Mühle 2.13×7.32 m. Pack-Anlage: zwei Fasspackmaschinen, eine Bates Packmaschine.

Fabrik in Nishitama.—Nassverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Ton: zwei Hammerbrecher; für Kalkstein: ein McCully-Brecher. Rohmühlen: drei Rohrmühlen 12×2.2 m. Öfen: zwei Drehöfen $60 \times 3.15 \times 3.45$ m; zwei Kohlentrockner 18.6×1.8 m, zwei Rohrmühlen 7.2×1.9 m. Zement-Mühlen: drei Rohrmühlen 12×2.2 m. Pack-Anlage: zwei Bates-Packmaschinen.

Chichibu Cement Co., Ltd.

Tägliche Leistung 1200 t. Trockenverfahren: Vier Maschinensätze; Nassverfahren: ein Maschinensatz. Rohmaterialien: harter Kalkstein und Schieferton.

Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha.

Nassverfahren. Rohmaterialien: Kalkschlamm als Nebenprodukt der Ammoniumsulfatfabrikation und Ton, der, auf der 64.37 km von der Küste entfernt liegenden Insel Amakusa abgebaut wird. Zerkleinerungs-Anlage: Rohrmühle 1.29 × 3.96 m, Rohrmühle 1.35 × 7.62 m. Ein Drehofen 45.75 × 2.28 m. Zement-Mühlen: zwei Verbund-Rohrmühlen 1.75 × 6.86 m.

Hitachi Cement Co., Ltd.

Tägliche Leistung: 110 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Ein Kalkstein-Brecher, ein Backen-Brecher, ein Tonbrecher, ein Walzenbrecher. Rohmühlen: eine Kugel-Rohr-Kammermühle 7.62 × 1.67 m. Ein Drehofen 36.58 × 2.43 m. Kohlenbrecher: 1.37 × 4.57 m Kugel-Rohrmühle. Zement-Mühle: ein 2.44 m Kollergang, eine Kugel-Rohr-Kammermühle 7.92 × 1.67 m; eine weitere Kugel-Rohr-Kammermühle 9.45 × 2.23 m befindet sich zur Zeit in Montage.

Hokoku Cement Co., Ltd.

Tägliche Leistung: 1100 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: Ton, Kalkstein, Kiesabbrände oder Kupferschlacke. Öfen in der Fabrik zu Moji: vier Aggregate; in der Fabrik zu Nagoya: zwei Aggregate und in der Fabrik zu Saga: zwei Aggregate. Brennstoff-aufbereitung-Kohlentrocknung: in Moji drei, in Nagoya zwei und in Saga ein Maschinensatz;—Kohlenmahlung: in Moji vier, in Nagoya vier und in Saga ein Maschinensatz.

Iwaki Cement Co., Ltd.

Jährliche Leistung: 450000 t.

Mikawa (Portland) Cement Co., Ltd.

Tägliche Leistung: 110 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton.

Nanao Cement Co., Ltd.

Tägliche Leistung: 540 t. Nassverfahren. Rohmaterialien: kalkhaltiger Sandstein und Diatomeenerde und hoch Al_2O_3 -haltiger Ton. Zerkleinerungs-Anlage: ein Titan-Brecher für Sandstein, ein Titan-Brecher für Kalzit. Rohmühlen: zwei Solo-Mühlen 12 × 2.2 m. Öfen: zwei Solo-Öfen, 70 m lang. Brennstoff-Aufbereitung: eine besonders konstruierte Kohlentrocknungs- und Mahlanlage mit zwei Trockentrommeln und zwei Solo-Mühlen. Zement-Mühlen: zwei Solo-Mühlen 13 × 2.2 m. Pack-Anlage: eine Bates-Packmaschine und drei Exilor-Packmaschinen.

Nippon Cement Co., Ltd.—Tägliche Leistung: 950 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Kalkstein: ein 50.8 cm McCully-Brecher, ein McCully-Brecher Nr. 8, ein Hammer-Brecher 91.44 × 121.92 cm;—für Ton: ein Einwalzen-Brecher 60.96 × 81.28 cm, zwei Hammer-Brecher. Rohmühlen: zwei Compeb-Mühlen 2.13 × 7.92 m, zwei Verbund-Rohrmühlen 2.13 × 7.32 m, vier Separatoren mit 4.27 m Durchmesser. Drehöfen: zwei 2.44 × 38.10 m, zwei 2.28 × 38.10 m, zwei 3.05 × 50 m. Brennstoff-Aufbereitung: ein Kohlentrockner 1.52 × 15.21 m, ein doppelwandiger

Kohlentrockner 2.03×13.72 m, zwei Rohrmühlen 1.52×6.71 m, eine Verbund-Rohrmühle 1.83×5.49 m. Zement-Mühlen: zwei Compeb-Mühlen 2.13×7.92 m, zwei Verbund-Rohrmühlen 2.13×7.92 m, zwei Separatoren mit 4.27 m Durchmesser. Pack-Anlage: zwei Bates-Packmaschinen, sechs Fass-Packmaschinen.

Nippon Chisso Hiryo Kabushiki Kaisha.—Tägliche Leistung: 120 t. Halbnassverfahren. Rohmaterialien: Kalziumhydroxyd, Ton, quarzreicher feuerfester Ton und Kiesabbrände. Zerkleinerungs-Anlage: zwei Brecher für Abfallmaterialien, ein Walzen-Brecher. Rohmühlen; zwei Drehöfen; zwei Misch-Rohrmühlen, ein Tontrockner, drei Rohrmühlen. Brennstoff-Aufbereitung: vier Kohlenmühlen, ein Kohlentrockner. Zement-Mühlen: vier Zement-Rohrmühlen. Zwei Packmaschinen.

Oita Cement Co., Ltd.—Jährliche Leistung: 515000 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: Kalkstein, Ton, Kieselton und Gips. Trockner: sechs Tontrockentrommeln. Zerkleinerungs-Anlage: sechs Gates Brecher. Rohmühlen: vier Compeb-Mühlen, eine Kammermühle, zwei Rohrmühlen. Drehöfen: acht Aggregate. Brennstoff-Aufbereitung: vier Trockentrommeln, fünf Brecher. Zement-Mühlen: vier Compeb-Mühlen, eine Verbund-Rohrmühle, zwei Rohrmühlen. Pack-Anlage: zwanzig Fass-Packmaschinen, elf Sackpackmaschinen, eine Bates-Packmaschine.

Onoda Cement Co., Ltd.—Jährliche Leistung: 1050000 t.

Osaka Yogyo Cement Co., Ltd.—Tägliche Leistung: 860 t. Trockenverfahren. Rohmaterialien: harter Kalkstein, Schiefertton, Alunit und Abfallprodukte von der Aluminium Herstellung. Zerkleinerungs-Anlage—für Kalkstein: zwei Backen-Brecher 102×76.2 cm, zwei Hammer-Mühlen 146×98 cm; —für Schiefertton: Walzen-Brecher $17.1 \text{ m} \times 46$ cm; —Brecher und Rohrmühlen auf dem Werk: ein Backen-Brecher 76.2×102 cm, zwei Hammer-Mühlen 146×98 cm, zwei Ton- und Steintrockner 2.44×21.34 m, eine Kammer-Vormühle für Ton von 1.83×6.40 m, zwei Kammer-Vormühlen für Kalkstein von 2.13×7.92 m, eine Nass-Nachmahlmühle von 1.37×6.71 m, vier 4.27 m Selektoren. Drehöfen: zwei Oefen $3.05 \times 3.35 \times 60.96$ m, ein Ofen $3.05 \times 3.50 \times 64.61$ m, zwei Kühltrommeln 2.74×15.21 m. Brennstoff-Aufbereitung: zwei doppelwandige Trockner 1.83×18.3 m, zwei Kammermühlen 1.83×6.40 m. Zement-Mühlen: vier Kammermühlen 2.13×7.92 m mit 4.27 m Windsichtern. Pack-Anlage: vierundzwanzig Fass-Rüttelmaschinen und vier Bates Packmaschinen mit je zwei Füllöchern.

Toa Cement Co., Ltd.—Jährliche Leistung: 120000 t. Rohmaterialien: Kalkstein und Ton. Zerkleinerungs-Anlage—für Kalkstein: ein Kreisel-Brecher, ein Jumbo-Brecher; —für Ton: ein Walzenbrecher 61×91 cm, eine Trockentrommel 1.83×18.3 m; —für die Mischung von Kalkstein und Ton: eine Compeb-Mühle 2.13×7.32 m. Oefen: ein Drehofen 3.05×49.99 m. Brennstoff-Aufbereitung: ein Ruggles Coles Trockner 1.22×6.10 m, zwei Fuller-Mühlen 10.36 m, eine Rohrmühle 1.52×4.57 m. Zement-Mühlen: eine Compeb-Mühle 2.13×7.92 m. Pack-Anlage: zehn Fass-Packmaschinen, eine Bates-Packmaschine mit vier Füllöchern.

Ube Cement Manufacturing Co., Ltd.—Tägliche Leistung: 520 t nach dem Trockenverfahren, 550 t nach dem Nassverfahren. Rohmaterialien: harter Kalkstein, Schiefertton, quarzreicher feuerfester Ton mit hohem Kieselsäuregehalt, Eisenpyrit und Gips. Zerkleinerungs-Anlage: ein Brecher 61×152 cm.

Rohmühlen für das Trockenverfahren: drei Compeb-Mühlen 2.1×7.3 m;— für das Nassverfahren: zwei zentral getriebene Rohrmühlen 2.2×13 m. Drehöfen—für das Trockenverfahren: zwei Drehöfen 3×50 m, die von 75 PS starken Motoren getrieben werden;—für das Nassverfahren: zwei Öfen $3.45 \times 2.7 \times 95.8$ m. Zement-Mühlen: eine Compeb-Mühle 2.1×7.3 m, die durch einen 450 PS starken Synchron-Motor getrieben wird, zwei mit 700 PS starken Induktionsmotoren, zentral getriebene Rohrmühlen 2.2×13 m. Pack-Anlage: vier Bates-Packmaschinen mit je vier Füllöchern, fünfzehn Fass-Packmaschinen.

Arbeiterfürsorge in Zementfabriken.

EINE Abteilung der englischen Regierung kündigt an, dass es geplant ist, eine Verordnung zu erlassen, die Anwendung in allen Fabriken und Werkstätten, in denen die Herstellung von Portlandzement oder Zement ähnlicher Natur betrieben wird, finden soll.

Der Wortlaut der in Vorschlag gebrachten Verordnung ist wie folgt:—

(1) Der Arbeitgeber hat für Folgendes zu sorgen und die Sachen in gutem Zustande zu erhalten: (a) wasserdichte Stiefel der Personen, die in Arbeitsverfahren Verwendung finden, bei denen sie in Schlamm, Schlick oder Wasser stehen; (b) passende Schutzbrillen für die Personen, die in beträchtlichem Umfange dem Kohlen-oder Zementstaub ausgesetzt sind; (c) passende Regenschirme für die Personen, die regelmässig im Freien während regnerischen Wetters arbeiten müssen; passende Ueberkleider und Kopfbedeckungen für die weiblichen Personen, die mit der Reinigung und Reparatur von Säcken beschäftigt sind.

(2) Der Arbeitgeber soll für Einrichtung und Erhaltung passender Räumlichkeiten sorgen, damit alle mit der Reinigung und Ausbesserung von Säcken beschäftigten Personen ihre Kleidung während der Arbeitsstunden ablegen können. Diese Räumlichkeit soll sicher sein und rein gehalten werden.

(3) Der Arbeitgeber soll Räumlichkeiten vorsehen, damit alle weiblichen Arbeiter, deren Arbeit im Stehen erfolgt, sich setzen können, damit sie bei jeder vorkommenden Gelegenheit, die im Laufe ihrer Arbeit sich bietet, von der Möglichkeit sich auszuruhen Gebrauch machen können.

(4) Der Arbeitgeber hat zum Gebrauch aller nicht in kontinuierlichen Prozessen beschäftigten Arbeiter für einen passenden und angemessenen Kantinenraum zu sorgen und ihn in Stand zu halten, der (a) eine genügende Anzahl von Stühlen oder Bänken und Tischen enthalten soll und der (b) angemessene Vorrichtungen zum Wärmen der Füße und zur Herstellung kochenden Wassers enthalten soll. Der Kantinenraum soll genügend geheizt sein zum Gebrauch während der Essenspausen. Der Kantinenraum soll der Aufsicht einer verantwortlichen Person unterstellt sein, und er soll sauber gehalten werden.

(5) Der Arbeitgeber soll für Einrichtung und Erhaltung passender, bequem erreichbarer Waschgelegenheiten in den Werken für den Gebrauch aller beschäftigten Personen sorgen. Die Waschgelegenheit soll eine genügende Menge an Waschbecken und reines Wasser besitzen. Diese vorgesehenen Waschgelegenheiten sollen unter Aufsicht einer verantwortlichen Person stehen, und sie sollen sauber gehalten werden.

C E M E N T

AND

CEMENT MANUFACTURE

EL CEMENTO Y SU FABRICACIÓN.

SECCIÓN ESPAÑOLA

PUBLICADA POR CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED,

20, DARTMOUTH STREET, WESTMINSTER, LONDON, S.W.1, INGLATERRA.

Se publica el 20 de cada mes.

Precio, 2 shillings el ejemplar.

Suscripción anual, 24 shillings, franqueo comprendido.

El pasado y el presente de cemento.

por D. B. BUTLER, Assoc.M.Inst.C.E., F.C.S. (London).

PUEDEN afirmarse con plena seguridad que en ninguna otra industria se han realizado en los últimos años tantos progresos como en la del cemento Portland, tanto en Inglaterra como en los demás países; cosa que se aplica tanto a los métodos de fabricación como a la calidad del producto, pero más especialmente a ésta última. Las mejoras realizadas en los métodos de fabricación han estado relacionadas principalmente con la mejor vigilancia de la dosificación de las primeras materias empleadas; su mezcla mecánica más perfecta; su combinación química más uniforme y perfecta; por la calcinación de los ingredientes crudos, ya mezclados mecánicamente; y, finalmente, pero sin que en manera alguna esto quiera decir que tenga importancia menor, por la pulverización mejor y más completa del producto acabado. Aparte de la tendencia a instalar máquinas mayores en todos los sectores, cosa que en sí misma ya conduce a la economía, se ha obtenido, además, una nueva eliminación de la mano de obra. Esto se aplica más

especialmente a la obtención de las primeras materias y su subsiguiente transporte hasta los molinos de mezcla, y también al ensacado y transporte del producto acabado hasta su entrega al consumidor. Las instalaciones más modernas están actualmente tan completamente "mecanizadas" que ulteriores economías en este sentido parecen ya casi imposibles.

Para efectuar una comparación con las actuales fábricas de cemento "mecanizadas," resulta interesante pasar una rápida revista a los procesos que se empleaban cuando el que suscribe empezó a interesarse en la industria Británica del cemento, hace unos cincuenta años. En aquella época, la greda y la arcilla eran las únicas primeras materias disponibles, si se exceptúan dos o tres fábricas del Distrito de Rugby, que empleaban caliza y esquistos. La greda y la arcilla se extraían enteramente a mano, midiéndolas en el molino desleidor por medio de carretillas; desde los desleidores la pasta pasaba a tanques de

sedimentación, de los cuales era extraída posteriormente, transportándola a carretilla sobre las plataformas de desecación, que se calentaban por medio de los hornos de cocción. Desde la plataforma de desecación, la pasta seca era transportada en carretillas a hornos de cuba u hornos verticales intermitentes, siendo cargada en ellos a mano, con capas alternadas de cok, que era transportado también al horno desde un volcador próximo. El clinker se extraía del horno a mano, transportándolo a la machacadora en carretillas; el cemento acabado se metía a paladas en los sacos o barriles, y éstos últimos eran transportados en carretillas a los vagones de ferrocarril o barcasas. No se requiere una gran imaginación para darse cuenta del trabajo manual requerido en una fábrica de cemento hacia el año 1880.

Refiriéndonos nuevamente a las mejoras introducidas en la calidad del producto, basta comparar las prescripciones de las primeras Normas Británicas para el Cemento Portland, (publicadas en 1904), con la quinta revisión que se ha realizado veintiún años después, para apreciar el adelanto que se ha verificado en este sentido. Más abajo damos una tabla que contiene las cifras principales (finura de molienda y resistencia a la tracción) de las Normas primitivas y de las cinco revisiones subsiguientes; los otros capítulos, de tiempo de fraguado, inalterabilidad de volumen y composición química, se han mantenido poco más o menos en igual forma durante todo este periodo.

	Finura de molienda.	
	% de residuo al tamiz de	
	4900 mallas	900 mallas
	por cm ² .	por cm ² .
1904 (1ª publicación)	22.5	3.0
1907 (1ª revisión) ...	18.0	3.0
1910 (2ª ") ...	18.0	3.0
1915 (3ª ") ...	14.0	1.0
1920 (4ª ") ...	14.0	1.0
1925 (5ª ") ...	10.0	1.0

Se advertirá que durante los últimos 21 años transcurridos, las prescrip-

ciones con respecto a la resistencia a la tracción de la pasta pura de cemento a los 7 días han sido aumentadas en 50%, mientras que las del mortero de arena cemento 3:1, que es la indicación más exacta del valor aglomerante, han sido aumentadas más de un 170%. Las prescripciones con respecto a la pulverización también han acusado una marcada mejora, quedando reducido el residuo al tamiz de 4900 mallas en 55%.

Las Normas Británicas reflejan, o deberían reflejar, la calidad promedio del producto del periodo durante el cual están en vigor. Esto puede haber sido cierto de los periodos anteriores o contemporáneos a la guerra, pero pronto después de ésta empezaron a realizarse mejoras tan continuas y rápidas en la calidad del cemento, que las Normas de 1920 representaban una calidad muy por debajo a la del producto mundial de un año o dos más tarde, y la revisión de 1925, con sus prescripciones mucho más rigurosas, resultó considerablemente retardada. Lo mismo parece poder aplicarse, en mayor o menor escala, a la edición de 1925, cuyas prescripciones están muy por debajo del actual promedio de calidad del cemento Portland, tanto por lo que se refiere al producto británico como al de los demás países productores de cemento del mundo. A juzgar del producto británico y extranjero que pasa diariamente por las manos del que suscribe para ser ensayado, la resistencia promedio a la tracción del producto mundial queda bien por encima de 56 kgs. por cm² en

	Resistencia a la tracción en cm ² .			
	Pasta pura.		Mortero de arena y cemento 3:1.	
	7 días.	28 días.	7 días.	28 días.
28 kgs.	35 kgs.	8.4 kgs.	16 kgs.	
28 " "	35 " "	8.4 " "	17.5 " "	
28 " "	35 " "	10.5 " "	17.5 " "	
31.5 " "	37.5 " "	14 " "	17.5 " "	
31.5 " "	37.5 " "	14 " "	17.5 " "	
42 " "	—	22.75 " "	25.0 " "	

la pasta pura, y de 28 kgs. por cm² en el mortero de arena: cemento 3:1.

Por lo tanto, parece que las prescripciones de las Normas Británicas podrían ser nuevamente elevadas, sin inconveniente. También en lo que concierne a la finura de molido, aunque los cementos producidos en los otros países difícilmente igualan en este sentido al producto británico, el producto habitual de las fábricas inglesas raras veces deja un residuo que alcance el 5% sobre el tamiz de 4900 mallas por cm^2 , y por consiguiente, la actual cifra de 10%, establecida en las Normas Británicas, pudiera muy bien reducirse a 7.5%, y aún así dejar un margen considerable por encima de la cifra media correspondiente al producto real.

Resulta casi superfluo mencionar que el progreso más sorprendente realizado en los últimos años se refiere a la aparición del cemento de endurecimiento rápido. M. Bied, conocido químico de cementos francés, buscando un cemento que resistiera el ataque de las aguas sulfhídricas, que son fatales al cemento Portland corriente, logró producir, con sistemas especiales de fabricación, un cemento muy aluminoso que satisfizo este objeto, y que, al mismo tiempo, demostró poseer propiedades de endurecimiento rápido muy marcadas al compararlo con el cemento Portland ordinario. Hablando en términos generales, en pocas horas alcanzó una resistencia notablemente mayor que la que el cemento Portland ordinario de aquel tiempo alcanzaba a los 28 días. Aunque este cemento aluminoso de endurecimiento rápido había sido usado en Francia ya hacía algún tiempo, el que suscribe tuvo noticia de él por primera vez en 1922. Aun cuando resultaba, y sigue resultando, considerablemente más costoso que el cemento Portland (en realidad a doble del precio para trabajos de índole urgente), sus propiedades de endurecimiento rápido fácilmente compensaban el coste adicional. Una casa de fabricantes ingleses, con laudable previsión y energía, se puso rápidamente a la obra para producir un

cemento Portland de endurecimiento rápido que en alguna forma pudiera competir con el nuevo producto. En este sentido obtuvieron en éxito completo, y actualmente, el consumidor tiene disponible cemento Portland de endurecimiento rápido, que, descontando las primeras 24 horas o poco más, posee casi las mismas propiedades de endurecimiento rápido que el cemento aluminoso. Los inventores de ambos tipos de cemento de endurecimiento rápido han tenido desde entonces muchos imitadores, tanto en el país de origen como en los demás, pero los imitadores del cemento aluminoso tienen que luchar con desventaja, a causa de que la primera materia necesaria para su fabricación se encuentra actualmente en cantidades muy reducidas, y solamente en algunos puntos determinados. En cambio, el cemento Portland de endurecimiento rápido puede hacerse casi con los mismos materiales que sirven para la fabricación del cemento Portland corriente, y por consiguiente, gran número de fabricantes de cemento Portland del mundo entero producen hoy día cemento Portland de endurecimiento rápido, como cosa casi natural.

La característica más notable del cemento Portland de endurecimiento rápido, tal como se fabrica hoy día en Inglaterra, es la extremada finura de su molturación; muchas muestras presentadas al autor para ser sometidas a ensayo, estaban tan finamente subdivididas, que dejaban un residuo de menos de $\frac{1}{2}\%$ al tamiz de 4900 mallas por cm^2 . Esto indica que el tamiz de 4900 mallas no es bastante fino para representar con exactitud el grado de subdivisión al que se ha sometido el cemento, pues es muy comprensible que dos cementos diferentes que dejen la misma fracción centesimal de residuo al tamiz de 4900 mallas, puedan contener dosis completamente distintas de polvo impalpable, que se admite generalmente ser la parte esencial del cemento por lo que se refiere

a su valor aglomerante. La misma cuestión se suscitó hace unos 40 años, cuando el factor regulador de la finura de molturación era el tamiz de 400 mallas por cm^2 , y se consideraba un cemento bien molido el que dejaba un residuo de 10% sobre dicho tamiz. En aquella época, los molinos de elementos metálicos empezaron a substituir a las piedras de molino para la molturación del cemento. Algunas veces se tropezaba con dos cementos que dejaban el mismo residuo al tamiz de 400 mallas por cm^2 , y sin embargo, uno de ellos consistía en finos fragmentos que pasaban casi justos por dicho tamiz, sin contener cantidad apreciable de polvo impalpable, mientras que el otro contenía gran dosis de este último; la diferencia en el valor aglomerante de los dos materiales acusada por el ensayo con arena era, naturalmente, muy marcada. Es posible, por lo tanto, que puedan aplicarse las mismas condiciones hasta cierto punto al actual tamiz de 4900 mallas por cm^2 , o sea que un cemento esté compuesto de partículas de tamaño escasamente suficiente para que atraviesen dicho tamiz, mientras que el otro puede haber sido pulverizado en forma satisfactoria. No hay duda de que en este sentido la determinación de la subdivisión por tamizado queda muy lejos del ideal, y puede resultar completamente inexacta. Probablemente, algún método de separación por aire, o por levigación o sedimentación en un líquido, daría resultados mucho más exactos de comparación, pero en este punto también todo dependería de la fuerza y dirección exactas de la corriente, sea de aire, sea de líquido, que actuaran sobre el polvo, y fuera cual fuere el aparato adoptado, requeriría ser calibrado muy cuidadosamente antes de poder aceptarse sin reservas. Una de las dificultades que ofrecen los separadores por aire o líquido es que, por poco que el cemento se hallare pasado o aireado, darán resultados absolutamente erróneos, ya que la corriente de

aire o agua no tendrá fuerza suficiente para romper la coagulación y poner en libertad el polvo fino. Examinado al microscopio el residuo al tamiz de un cemento pasado, muestra claramente partículas finas hidratadas, adheridas a los granos más gruesos, cosa que sería otra causa de error. Hablando en términos generales, por consiguiente, parece que el método de aire o líquido para determinación del polvo fino tiene importancia, principalmente, para el fabricante, a fin de contrastar y registrar el rendimiento de su maquinaria molturadora; dado que siempre puede trabajar con cemento recién molido, no se le presentará nunca el caso de inexactitud debida a la presencia de partículas fraguadas al aire, y si el aparato está arreglado con respecto a determinado tipo, suministra datos valiosos e importantes sobre el hecho de si su maquinaria molturadora está trabajando satisfactoriamente o no.

Para terminar, el autor desearía recomendar la conveniencia de emplear métodos de ensayo más uniformes en los grandes países productores y consumidores de cemento del mundo entero. Probablemente, no se comprende muy bien, excepto por parte de aquellas personas llamadas frecuentemente a hacer ensayos del mismo cemento por las Normas Oficiales de los distintos países, cuán enormes diferencias de resultados, aun con los sencillos ensayos a la tracción, se producen con la aplicación de dichas diferentes Normas. Se deduce, por lo tanto, de ello que, antes de aceptar contratos en otro país, el proveedor debe informarse cuidadosamente acerca de en qué forma los métodos de realizar los ensayos en un país extranjero afectarán las cifras especificadas; pues si confía enteramente en los ensayos realizados por el método vigente en el país de origen del cemento, puede tropezar con la desagradable sorpresa de que su envío sea rechazado a la llegada al país de destino.

El horno rotatorio.

por A. C. DAVIS.

DIRECTOR DE FÁBRICAS DE LA ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS, LTD.

El horno rotatorio moderno usado generalmente hoy día en la fabricación del cemento portland ha revolucionado realmente la industria, y es el proceso de cocción más científico y eficaz en la práctica que ha sido introducido hasta ahora en la fabricación desde que se conoce el cemento portland.

El horno rotatorio es de uso general, lo mismo en este país que en todos los demás; se ha dicho que este horno es el único invento de importancia en la fabricación desde la introducción de los molinos de bolas y refinós tubulares. No hay para qué decir, sin embargo, que continuamente están teniendo lugar nuevas mejoras en la fabricación del cemento Portland, y que seguirán teniendo lugar, pues aún con el uso del horno rotatorio la fabricación es un proceso técnico y costoso, que implica gran inversión de capital, alto coste de producción y continuo gasto de mantenimiento de la fábrica. En los hornos actuales se siente indudablemente la necesidad de una mayor economía de combustible, por no decir nada de las otras mejoras que forzosamente habrán de ir introduciéndose a medida que la experiencia vaya haciendo sentir su necesidad y que el tiempo proporcione la oportunidad.

Más del 90% del cemento fabricado en los Estados Unidos se produce por medio de hornos rotatorios, y en la mayoría de las fábricas de Inglaterra éste es el único horno adoptado. Muchas fábricas antiguas han instalado el horno rotatorio para la cocción del cemento, y todas las fábricas modernas adoptan dicho proceso. Aunque es un invento relativamente reciente en la fabricación del cemento, lo visto acerca del cemento de horno rotatorio, tanto en la ciencia como en la práctica, es bastante para declarar

que es el producto del porvenir. Es, por consiguiente, innecesario recomendar el uso del cemento de horno rotatorio, ya que todo lo que la ciencia puede aportar para probar su calidad, y todo lo que la práctica puede ofrecer para mostrar su superioridad, establecen tan efectivamente su derecho a la preferencia, que podemos decir, sin miedo a contradicción, que el cemento de horno rotatorio es hoy día dueño del campo.

El producto del horno rotatorio presenta una marcada ventaja en cuanto a la calidad, tanto por su resistencia a la tracción como por su absoluta falta de tendencia a la expansión. Sin embargo, esto es lo que debía esperarse, pues aparte de la economía de su funcionamiento, la gran ventaja de este horno consiste en que el proceso de calcinación está a plena vista del operador y puede ser dirigido con exactitud por él. Modificando la velocidad de rotación del cilindro, aumentando o disminuyendo la alimentación de la mezcla cruda, o variando la fuerza de la inyección del carbón y la cantidad de combustible, el jefe de hornos está, o debiera estar, en condiciones de regular la operación de la cocción hasta el grado deseado. Con el antiguo horno intermitente no era posible tal disposición pues una vez el horno estaba cargado y encendido, la calcinación proseguía automáticamente, bien o mal, y el producto del horno debía correr el albur y salir como fuera.

El horno rotatorio, aplicado a la cocción del cemento, consiste en un tubo cilíndrico ligeramente inclinado, hecho de planchas de acero de un espesor de unos 18 mms. Su longitud oscila entre 30 y 120 metros, y su diámetro entre 1.80 y 3.60, según

la producción que se desee del horno. La tabla I da las dimensiones y producción aproximada de una serie de modelos de hornos actualmente usados para la vía húmeda:

combustible carbón finamente molido, que se introduce por el extremo inferior o de salida del horno, mediante una corriente de aire producida por un ventilador inyector.

TABLA I.

30 m. de longitud por 1.80 de diámetro.					Producción aproximada	Toneladas por hora.
45	"	"	2.25	"	"	4½
60	"	"	2.70	"	"	8
69	"	"	2.85	"	"	9
75	"	"	3.30	"	"	15

Los diámetros indicados en esta tabla son los de la mayor parte de la longitud de cada horno, pero además, la mayoría de los hornos modernos tienen una zona de cocción ensanchada, de un diámetro de 30 a 40 cms. mayor que el del resto del horno. (Fig. 1, véase pág 277.) Estas dimensiones del diámetro no incluyen el revestimiento de ladrillos refractarios de 15 cms. de espesor, que cubre el horno en toda su longitud.

Este largo cilindro está inclinado sobre la horizontal, aproximadamente en la relación 1:25 ó 1:30, y está montado sobre cuatro o cinco aros o llantas (según sea su longitud), que ruedan sobre fuertes rodillos, y el horno gira lentamente accionado por un juego de engranajes a una velocidad tal que emplea de 1 a 2½ minutos por revolución (Fig. 2, véase pág 278). En los puntos del horno donde se fijan las llantas y lo corona dentada, el tubo está reforzado por planchas adicionales.

Los materiales destinados a la producción del cemento entran continuamente en el horno rotatorio por un tubo situado en su extremo superior (Fig. 3, véase pág 278), en forma de pasta o de polvo seco, según sea el proceso de preparación y mezcla de las primeras materias adoptado, y por su propio peso van recorriendo el horno de un extremo al otro. Para despararramar las primeras materias a su entrada en el horno, y cuando están en contacto con los gases calientes, se disponen pulverizadores o alzadores de pasta. En Inglaterra se usa como

Cuando se pone en marcha el horno, se empieza por encender el carbón, obteniéndose una temperatura del rojo-blanco cerca del extremo inferior del cilindro. Luego se introduce en el horno la materia cruda, que desciende gradualmente hasta la zona de calor producida por la perfecta combustión del carbón molido que entra en el cilindro por el extremo opuesto. La materia cruda queda despojada del agua que pudiera contener, se calienta hasta el rojo al ir aproximándose a la mitad del cilindro, pierde su anhídrido carbónico, forma pequeñas bolitas que casi llegan a la temperatura del rojo blanco en el extremo inferior, y finalmente sale en forma de granos del tamaño de guisantes grandes de clinker bien cocido. La temperatura más alta, desde luego, se halla cerca del chorro de combustible en ignición, o del extremo de salida del horno.

Cuáles deban ser las dimensiones adecuadas del horno rotatorio ha sido asunto de discusión durante toda la historia de dicho horno. Los primeros hornos tenían el mismo diámetro en toda su longitud, pero en el primer decenio de este siglo se modificaron los modelos. Primero se ensanchó el extremo de la pasta (Fig. 4, véase pág 280), luego se ensanchó en 30 a 45 cms. el diámetro de la sección más caliente del horno, conocida con el nombre de zona de cocción, en una longitud de 6 a 9 metros (Fig. 1, véase pág 277). El objeto de dichos ensanchamientos era doble; en primer lugar, disponer un espacio mayor para lo que se suponía necesitaba más sitio,

o sea para la desecación de las primeras materias; y en segundo término aumentar la producción de clinker y disminuir la frecuencia con que se formaban los perjudiciales anillos de clinker. Los anillos de clinker son acumulaciones de material clinkerizado sobre el forro de ladrillo refractario de los hornos, que van proporcionalmente aumentando, a veces hasta un espesor de 30 a 60 cms., y en grado tal, que finalmente el material ya no puede correr a lo largo del horno y tiene que pararse el funcionamiento de éste. Cuanto mayor es el diámetro de la zona de cocción, más espacio hay disponible por si se forman los anillos de clinker, y menos estorbo presentan éstos a la continuidad del funcionamiento. La zona de cocción ensanchada ha persistido en los tipos de hornos rotatorios hasta nuestros días, y actualmente existe la tendencia a darle un exceso de 60 de diámetro sobre el del resto del horno.

Durante los últimos años, en varios sitios se ha recomendado el ensanchamiento de lo que se conoce con el nombre de "zona de calcinación," y actualmente es una disposición bastante empleada (Fig. 5, véase pág 281). El objeto de este ensanchamiento es suministrar espacio adicional para lo que hoy día se considera la parte más dura en el trabajo del horno rotatorio, o sea la descomposición del carbonato de cal. Esta es una operación que requiere una temperatura mínima de unos 815° C., y absorbe considerable cantidad de calor. La zona de calcinación está situada cerca de la de cocción, y casi en la zona media del horno. Entre los partidarios de la zona de cocción ensanchada y los que abogan por el ensanchamiento de la zona de calcinación se ha llegado a una especie de convenio, cuyo resultado ha sido una zona ensanchada de longitud considerable, que en parte es zona de cocción, y en parte zona de calcinación.

Ultimamente ha revivido la teoría de que la zona de desecación del horno

requiere espacio adicional, y han vuelto a proyectarse hornos con extremos de pasta (o sea el extremo superior del horno, por donde se introduce la pasta), ensanchados. En los primeros años de la evolución del horno rotatorio, los proyectistas se preocuparon más de la producción que del rendimiento térmico, pero en los últimos años se ha prestado más atención a la mejora de dicho rendimiento térmico, en grado igual que a la de la producción.

Examinando el perfeccionamiento del horno rotatorio en general, resultará evidente que cuanto más grande sea el horno menor será el coste de mano de obra por tonelada producida, porque un capataz de hornos puede vigilar dos hornos, y aún tres, con una producción total de 30 a 40 toneladas por hora, mientras que un horno que sólo produzca dos o tres toneladas por hora requiere el mismo personal de vigilancia.

Enfriadores de clinker.

El clinker al rojo que sale del horno rotatorio es enfriado económicamente haciendo de manera que el aire que se calienta al cederle su calor, pueda utilizarse para la combustión. Los hornos rotatorios más antiguos llevaban enfriadores situados inmediatamente debajo de ellos; el clinker caía directamente desde el horno al enfriador (Figs. 6 y 7, véase pág 282). Los enfriadores de clinker son tubos cilíndricos parecidos a los hornos rotatorios, pero mucho más pequeños (Fig. 8, véase pág 283). Van movidos por medio de engranajes, como los hornos, y la zona más caliente está forrada de ladrillo refractario; en cambio, su extremo inferior suele estar forrado de plachas de hierro y va provisto de aletas elevadoras (Fig. 9, véase pág 284) que elevan el clinker caliente por los lados del enfriador y lo dejan caer en forma de cascada a través de una corriente de aire que remonta el enfriador en dirección opuesta a la del clinker, y que es la

que luego suministra el aire necesario para la combustión en el horno rotatorio. En estos últimos años ha sido inventado el enfriador integral, que en su forma mas sencilla es una prolongación del horno rotatorio, y en la práctica, cuando esta parte final del horno rotatorio actúa de enfriador, el tubo que conduce la mezcla de aire y carbón se hace penetrar unos 6 metros aproximadamente. La combustión, de este modo, no empieza hasta unos 6 metros dentro del horno, permitiendo así que su sección inferior sea empleada como dispositivo enfriador.

Este tipo de enfriador tiene ventajas, tanto en su coste de instalación como en su rendimiento, porque permite que el horno rotatorio se instale a nivel del piso, en lugar de tener que montarlo elevado a una altura suficiente para permitir la instalación del enfriador de clinker debajo de él. Además, las pérdidas de calor por radiación que tienen lugar entre el extremo de un horno rotatorio y el extremo del enfriador, a través de lo que se conoce con los nombres de caperuza del horno, vertedor del clinker y caperuza del enfriador, se evitan completamente con el uso del enfriador integral. Este ha sido proyectado por algunos constructores de hornos en forma de unos tubos auxiliares enfriadores, dispuestos alrededor del perímetro de la cubierta del horno rotatorio (Fig. 10, véase pág 285). Es probable que todavía no se haya llegado a la cumbre en el perfeccionamiento de tal tipo de enfriadores; pero, desde luego, parece probable que el enfriador separado no se seguirá usando en nuevos tipos de hornos, y que va a ser relegado al olvido.

Volviendo nuevamente a los enfriadores separados, que naturalmente representan la mayoría entre los existentes hoy día, se ha discutido mucho si el aire necesario para enfriar el clinker debe ser aspirado por el enfriador y pasar luego al horno por

el tiro inducido de la chimenea del horno, o si este aire debe ser inyectado en el enfriador y en el horno mediante un ventilador (Fig. 11, véase pág 286). Los partidarios de este último sistema alegan que da una mejor regulación del suministro de aire, aunque evidentemente representa un consumo de energía que no tiene lugar cuando se utiliza únicamente el tiro de la chimenea.

El clinker entra en el enfriador a una temperatura de unos $1,100^{\circ}\text{C}.$, y un enfriador eficaz lo verterá a una temperatura a la cual pueda ya ser manejado, al propio tiempo que calentará el aire necesario para la combustión hasta unos $375^{\circ}\text{C}.$ Si se recuerda que la cantidad de calor contenido en el clinker que sale del horno equivale a unos 5 kgs. de carbón por cada 100 kgs. de clinker, se comprenderá que la recuperación de calor en los enfriadores de clinker es de importancia considerable para el rendimiento térmico.

Los hornos rotatorios, en conjunto, no pueden pretender ser un proceso científicamente económico en el consumo de combustible, puesto que por cada 45,5 kgs. de clinker se consumen de 11 a 12 kilos de carbón seco de 7,000 calorías-kg., mientras que los hornos verticales consumen sólo, en las mismas condiciones, de 7 a 9 kilos de carbón. En cambio, los hornos rotatorios poseen una ventaja positiva en el coste de mano de obra, comparados con los hornos verticales, siendo también mucho más fácil producir cemento de calidad superior en el horno rotatorio que en el vertical.

Revestimiento del horno rotatorio.

Los hornos rotatorios se emplearon por primera vez en forma industrial a fines del siglo pasado, y casi las únicas dificultades con que al principio se tropezó se debieron al revestimiento de los mismos. La temperatura máxima alcanzada en los hornos rotatorios se aproxima a los $1,650^{\circ}\text{C}.$, y esto sólo ya exige un ladrillo muy

refractario; pero, además de tal temperatura, hay el rozamiento mecánico producido por la corriente de clinker sobre la superficie del ladrillo, y lo que es más destructor todavía, la acción fundente del clinker de cemento, que es básico, sobre los ladrillos, que son ácidos. Esta acción fundente se debe a la formación de compuestos de cal (procedente del cemento) y de sílice y alúmina (procedentes del ladrillo refractario), que se funden a una temperatura no muy superior a los $1,100^{\circ}$ C., de modo que si no se evita tal acción fundente, un forro de ladrillos refractarios (de índole ácida) no durará muchos días en un horno rotatorio. Fué por lo tanto preciso estudiar el sistema de revestir el forro refractario con una capa del mismo clinker de cemento, mientras el horno estaba en marcha, y adiestrar a los primeros capataces de los hornos rotatorios en la práctica de esta operación. Se descubrió que, así que sobre el forro de ladrillos refractarios se formaba una capa de 5 a 8 cms. de espesor de clinker, ya no se producía la fusión, y el clinker podía circular durante un período de tiempo considerable sin tener que renovar los forros. No obstante, cada vez que se enfriaba el horno, esta capa caía, y generalmente arrastraba consigo una capa de ladrillos refractarios. Así, los paros ocasionados por averías mecánicas hacían que la duración promedio del forro de la zona de cocción de un horno refractario no llegara a seis meses, cuando se empleaban ladrillos refractarios de tipo ácido.

Sin embargo, durante los últimos años se han empleado en las zonas de cocción de los hornos rotatorios ladrillos refractarios que contienen de 60% a 70% de alúmina, y como estos ladrillos son de características químicas casi neutras, la acción fundente sobre ellos por parte del clinker de cemento es muy pequeña, y por consiguiente, las zonas de cocción de los hornos

rotatorios, forradas con ladrillos aluminosos, no suelen requerir renovación antes del término de un año.

Estos ladrillos aluminosos, conocidos a veces con el nombre de ladrillos de bauxita, están hechos con bauxita natural u otros minerales de composición parecida, y requieren una cocción muy intensa. En Inglaterra no se encuentran primeras materias adecuadas, de manera que, o bien se tienen que importar las primeras materias, o bien los ladrillos hechos; ésto, agregado al alto grado de cocción que necesitan, los hace considerablemente más costosos que los ladrillos refractarios ingleses, si bien la práctica ha demostrado que su mayor coste queda compensado por la mayor duración de tales ladrillos en la práctica.

Los ladrillos de magnesita, compuestos principalmente de magnesia, fueron también ensayados en los primeros tiempos del horno rotatorio, pero no tuvieron mucha aceptación por su elevado coste y su tendencia a cuartearse, que reducía su duración.

La necesidad de ladrillos especiales en los hornos rotatorios se limita únicamente a la zona de cocción, o sea a una cuarta parte de la longitud total del horno, y las otras tres cuartas partes pueden perfectamente forrarse de ladrillos refractarios corrientes, porque la temperatura no es suficientemente alta en las regiones superiores del horno para atacar la índole refractaria de tales ladrillos, ni para dar lugar a la acción fundente arriba descrita. El extremo superior del horno, que contiene solamente pasta húmeda o a medio secar, está a veces revestido de hormigón fraguado allí mismo, siendo este revestimiento, según opinión general, muy apropiado para tal zona.

El mechero de carbón.

Como ya se ha dicho, el horno rotatorio se calienta mediante una llama producida por la combustión de

carbón finamente pulverizado. Cerca del extremo caliente del horno se dispone un ventilador, que inyecta aire por un tubo de unos 22.5 cms. de diámetro; en este tubo se introduce el carbón necesario para la combustión (Fig. 12, véase pág 287). La mezcla de carbón y aire arde, poco después de salir del tubo, con una llama de alta temperatura. En algunos casos, este ventilador del mechero de carbón, como se le llama, está dispuesto de manera que aspira aire caliente desde el enfriador de clinker; la mezcla de aire caliente y carbón que entra de esta forma en el horno arde más rápidamente de lo que lo haría una mezcla de aire frío y carbón, y suministra una llama más caliente, mientras que al propio tiempo ayuda a recobrar alguna parte del calor del clinker que se enfría. En otros casos, el ventilador del mechero de carbón extrae el aire del molino de carbón y del secador de carbón, realizando así la necesaria ventilación de estas máquinas.

El molino de carbón.

Para que una llama de carbón pulverizado arda rápidamente, como lo exige un horno rotatorio, es necesario que el carbón esté seco y finamente molido, y esto implica el desecado y molturación del carbón que llega de la mina.

Sólo hace pocos años que se consideran necesarios los secadores de carbón, que al principio acostumbraban a revestir la forma de tambores rotatorios de 12 m. de largo por 1.20 de diámetro y más, a través de los cuales pasaba el carbón e iba avanzando gracias a la rotación. Exteriormente al tambor (que estaba alojado en una cámara de obra de fábrica), pasaba aire caliente procedente del enfriador de clinker, o gases calientes procedentes de un hogar dispuesto especialmente, que luego atravesaban el tambor interiormente (Figs. 14 y 15, véase pág 289), y el vapor pro-

cedente de la humedad del carbón iba a parar a la atmósfera, o era introducido en el horno por el ventilador del mechero. Debido a la necesidad de evitar que las temperaturas en el tambor de desecación del carbón se elevasen tanto que pudiesen inflamar el carbón, la desecación del carbón por este procedimiento resultaba de un rendimiento bastante bajo, y el agua evaporada por kg. de carbón raras veces excedía de 2 kgs. Del tambor secador el carbón pasaba a molinos trituradores, que o bien eran del tipo tubular, descrito al hablar de la molturación del clinker, o del sistema de péndulos. Desde los molinos de carbón, el polvillo pasaba a silos o tolvas, antes de ser introducido en el horno.

Se sabía que era conveniente una rápida combustión del carbón dentro del horno, y una manera de alcanzarlo era la molturación muy fina. En los últimos años se han popularizado máquinas molturadoras de carbón que son en una sola pieza secadoras y pulverizadoras (Fig. 16, pág 290). Estas máquinas admiten el carbón menudo tal como viene de las minas (sin secar) y lo pulverizan e inyectan en el horno rotatorio; de modo que realizan el trabajo del molino de carbón, secador y ventilador del mechero de carbón que se necesitaban en las primeras instalaciones. Estos pulverizadores presentan algunas veces la forma de desintegradores de gran velocidad, con discos que giran sobre un huso horizontal, mientras que en otras ocasiones se adopta la combinación de un pequeño molino de bolas o refino tubular, y un ciclón separador. En ambos casos es necesario que el aire caliente procedente del enfriador de clinker sea aspirado a través de los molinos para facilitar la molturación del carbón húmedo. Cuando se emplea un ciclón, se separa la mayoría del carbón pulverizado, que es recogido y almacenado en una tolva. Estas máquinas

tienen sus limitaciones cuando tratan carbón muy mojado que contenga más de 10% de humedad, y no se adaptan muy bien a la fina molienda del carbón que puede resultar necesaria al usar determinadas clases de combustible.

Calidad del carbón.

En cierto sentido, es verdad que casi toda clase de carbón puede utilizarse en su combustión en los hornos rotatorios de cemento, con tal que antes de introducirlo en los hornos se le aplique el tratamiento necesario. Hablando en términos generales, sin embargo, el carbón ideal para la cocción de cemento en los hornos rotatorios, cuando la cuestión del coste se considera en armonía con la de la calidad, sería el que contuviese menos de 5% de humedad, no más de 10% de cenizas, y un mínimo de 20% de materias volátiles. Este carbón se emplearía con éxito si se moliese hasta dejar un residuo de un 20% al tamiz de 4,900 mallas. Hay casos, sin embargo, en que puede usarse carbón con un residuo de 30% al mismo tamiz con resultados satisfactorios, aun cuando entonces las cenizas del carbón molido con tan poca finura tiendan a aglomerarse en una zona del horno y a formar anillos de clinker, y no se obtenga la rapidez de combustión que es conveniente para el buen rendimiento térmico. También será posible usar carbón que contenga menos de 20% de materias volátiles, siempre que la finura de molienda se haya apurado hasta el grado necesario para permitir la combustión rápida. En algunas fábricas, el residuo al tamiz de 4,900 mallas es sólo del 5%. Es asunto digno de consideración si la fuerza gastada en tan fina molienda está compensada por el menor precio de un carbón bajo en materias volátiles. El tanto por ciento de cenizas en el carbón empleado en los hornos rotatorios puede variar en una escala considerable, habiéndose a veces alimentado hornos rotatorios con car-

bón que contenía 25% de cenizas, con un funcionamiento satisfactorio. Debe pensarse, sin embargo, que gran parte de las cenizas del carbón consumido en los hornos rotatorios se mezclan con las primeras materias del cemento y alteran su composición química, de modo que el químico debe acomodar la composición química del crudo en forma que se armonice con el cambio de composición ocasionado por su mezcla con las cenizas de carbón.

Aletas elevadoras de pasta.

Se han mencionado las aletas elevadoras de pasta, situadas dentro de la sección de entrada de alimentación de un horno rotatorio, al objeto de desparramar las primeras materias y obtener un contacto más íntimo entre ellas y los gases calientes que recorren el horno en camino ascendente. En la vía húmeda, si no se toman medidas para distribuir el crudo de esta manera por medio de elevadores u otros dispositivos, los gases que salen del horno pueden escapar a una temperatura de 500° C. y hasta más, y esto representa un derroche considerable de calor. Por este motivo se ha trabajado mucho en la investigación de aletas elevadoras de distinta índole para distribuir pasta y producir un contacto íntimo entre ella y los gases calientes.

Estos elevadores tienen la forma de aletas o cucharas fijas en el interior de la cubierta del horno, o de diafragmas en forma de estrella, que ocupan la sección transversal del horno en el extremo de alimentación, o de un sólo tubo concéntrico o panal de tubos, y en los últimos años de guirnalda de cadena (Fig. 13, véase pág 288) suspendidas muy libremente en el interior del horno. El tipo de elevador de pasta empleado debe ser apropiado a la naturaleza de la pasta. Si se trata de pastas muy viscosas, el elevador tiene que ser de tipo muy sencillo, pues de otra forma hay peligro de que se formen acumula-

ciones de pasta que obstruyan el tiro del horno, mientras que con pastas más fluidas pueden emplearse ventajosamente elevadores más complicados.

Los elevadores de pasta bien estudiados consiguen mantener satisfactoriamente la temperatura de los gases que salen del horno a unos 230° C. Se comprenderá que la instalación de elevadores de pasta dentro del horno representa un obstáculo al paso de los gases calientes a lo largo del horno, y cuando el sistema de elevadores es complicado, será preciso un ventilador para ayudar a los gases en su paso a través de tal sistema.

Aunque el horno rotatorio se ha usado ya por espacio de casi treinta años, todavía no se ha llegado a un acuerdo general sobre la técnica de la operación de cocción. La índole de la llama empleada puede variar muy considerablemente mediante modificaciones del tubo del mechero y de su posición, y de las proporciones existentes entre el aire que entra en el horno por el tubo del mechero y el aire secundario que entra por el vertedor de clinker. Probablemente, hay varias maneras de alcanzar el mismo fin, pero en los hornos rotatorios de hoy día se ha alcanzado un progreso considerable con relación a los de hace cinco años. En consecuencia, los constructores de hornos garantizan hoy día un consumo máximo de carbón del 24%, basado sobre una producción de clinker con pasta que no contenga más de un 40% de agua; mientras que en los hornos de modelo antiguo, se tenía un consumo de carbón del 29% y hasta más.

Control científico del horno rotatorio.

En los primeros tiempos del empleo del horno rotatorio, el control se realizaba más o menos "a ojo"; pero en estos últimos años se ha introducido un control científico de la combustión, con considerable progreso en la economía. Hoy día puede afirmarse que en ninguna industria se quema el carbón con una combustión tan perfecta

como en los hornos rotatorios de cemento bien controlados, pues tales hornos arrojan los productos de la combustión casi sin ningún exceso de aire, y sin dejar carbón por quemar.

Para obtener esta combustión tan perfecta, es preciso analizar constantemente los gases que salen del horno rotatorio, cosa que se hace por medio de instrumentos que extraen muestras del gas y registran continuamente las dosis de CO₂, oxígeno y CO. Esto pone al químico en condiciones de denunciar en seguida toda combustión imperfecta, que puede remediarse mediante la graduación de la dosis de aire.

En los mejores hornos rotatorios hoy día en uso hay considerables pérdidas de calor, debidas a la alta temperatura de los gases que salen del horno, y en esta cuestión también es preciso un registrador continuo de la temperatura para evitar cualquier pérdida innecesaria. Un horno bien estudiado despedirá los gases a una temperatura inferior a 200° C, mientras que en algunos de los hornos antiguos esta temperatura podía ser hasta de cerca de 500° C, lo que implica una pérdida de unas 5 toneladas de carbón por 100 toneladas de clinker, si se le compara con el nuevo horno rotatorio de mayor rendimiento.

Otro detalle importante del rendimiento térmico es el control del suministro de aire, para asegurar en cuanto sea posible que el aire requerido para la combustión sea calentado previamente por el clinker que sale del horno. El control de esta sección exige el uso de indicadores de tiro para registrar el de la corriente de aire. La misión del capataz de hornos rotatorios es lograr una alimentación perfectamente constante de crudo, y una inyección perfectamente uniforme de carbón y aire dentro del horno, para no tener que ir haciendo modificaciones, y que pueda obtenerse la producción de clinker perfectamente cocido a un régimen constante de pro-

ducción. En la práctica, no obstante, este ideal no es asequible, a causa de las variaciones del régimen de entrada del material en el horno y de las variaciones en la calidad del carbón. De ahí que sea preciso disponer de facilidades para la graduación; ésto puede hacerse desde luego, tanto modificando el régimen de entrada del crudo como el del carbón, pero el método más comunmente empleado es la variación de la velocidad del horno, que permite que la corriente de material dentro del horno quede retardada o acelerada según convenga.

La pérdida de calor ocasionada por la alta temperatura de los gases de la chimenea, ha sido ya mencionada; probablemente la pérdida que le sigue en importancia es la que tiene lugar por la radiación de la superficie del horno y del enfriador. Esta radiación se calcula más o menos equivalente a unas 4 toneladas de carbón por 100 toneladas de clinker. Se han realizado tentativas para disminuir esta pérdida, aislando la cubierta del horno, generalmente por la instalación de material aislante contra el calor entre el forro de ladrillos refractarios y la cubierta de acero del horno. En algunos casos el calor irradiado por la cubierta del horno se ha utilizado para la desecación del carbón.

Las mejoras descritas en el proyecto del horno rotatorio moderno han sido llevadas a la práctica de esta manera, y durante los últimos cinco años se ha progresado más en la economía de este horno que durante los diez años anteriores. En verdad, por lo que se refiere a la economía y base científica de fabricación del cemento, la industria del Reino Unido puede alternar con la de cualquier otro país del mundo.

Explicación de las figuras.

Fig. 1 (véase pág 277). Horno rotatorio con zona de cocción ensanchada.

Fig. 2 (véase pág 278). Mecanismo de engranaje accionador del horno rotatorio.

Fig. 3 (véase pág 278). Forma primitiva de alimentación de pasta en los hornos rotatorios.

Fig. 4 (véase pág 280). Primitivos hornos rotatorios con el extremo de la pasta ensanchado.

Fig. 5 (véase pág 281). Horno rotatorio con zona de calcinación ensanchada.

Fig. 6 (véase pág 282). Sección de una instalación primitiva de horno rotatorio, con el enfriador en un plano inferior.

Fig. 7 (véase pág 282). Hornos rotatorios con enfriadores separados debajo.

Fig. 8 (véase pág 283). Extremo de descarga de los primitivos enfriadores de clinker.

Fig. 9 (véase pág 284). Aspecto interior de un enfriador rotatorio de clinker, en que se ven las aletas elevadoras.

Fig. 10 (véase pág 285). Horno rotatorio con enfriador "Integral."

Fig. 11 (véase pág 286). Enfriador de clinker con tiro de ventilador.

Fig. 12 (véase pág 287). Extremo de salida del horno, donde se ve el tubo de inyección de carbón.

Fig. 13 (véase pág 288). Interior de un horno rotatorio provisto de guirnalda de cadena.

Fig. 14 (véase pág 289). Secador rotatorio de carbón (durante su instalación) dejando ver el tubo central.

Fig. 15 (véase pág 289). Extremo de alimentación del secador rotatorio de carbón.

Fig. 16 (véase pág 290). Secador y pulverizador de carbón en una sola pieza.

Quejas sobre el cemento.—I.

Análisis de investigaciones.

por H. A. HOLT.

EL diagnóstico sobre las causas del mal resultado de un hormigón exige a veces gran poder imaginativo por parte del investigador. Parece persistir todavía la idea de que mientras haya cemento, por pequeña que sea su dosis, la naturaleza de los restantes ingredientes no tiene importancia, mientras se obtenga una masa suficiente. La excelencia del cemento Portland moderno en cierta manera tiene la culpa de la subsistencia de esta idea, ya que a veces es bastante fuerte para compensar la influencia nociva de los agregados deficientes y una mano de obra de calidad inferior; él sólo sostiene el hormigón y a veces logra que llegue a satisfacer a unas normas indulgentes. Un hormigón de tal clase no es nunca satisfactorio, y raras veces resulta económico a largo plazo.

Estos casos, naturalmente, se presentan en reducida minoría. El prototipo de calidad del hormigón producido en Inglaterra progresa constantemente, a medida que los arquitectos e ingenieros aprecian la importancia de puntos tales como la cuidadosa selección de la grava y la arena, y el control del agua de amasado y métodos de conservación, y ellos están constantemente introduciendo cláusulas relativas a dichos puntos esenciales en sus Normas.

Los resultados de los análisis e investigaciones de laboratorio efectuados sobre muchas muestras de hormigón deficiente, han señalado muchas faltas bien distintas y delimitadas, cualquiera de las cuales hubiera bastado para producir el mal resultado obtenido. En 47 de 400 muestras examinadas, no pudo encontrarse el motivo de dicho mal resultado. En 353 muestras de hormigón deficiente,

se encontraron 629 causas posibles de fracaso, lo que indica que en la gran mayoría de los casos de hormigón de mala calidad, el mal resultado no era debido a un solo factor en contra, sino a una combinación de factores, que juntos habían dado por resultado un hormigón de calidad tan inferior que dió origen a quejas. De esto se deduce que una investigación no es completa hasta que no se ha examinado toda causa razonablemente posible de deficiencia del hormigón. Si al encontrar la primera falta se da término a la investigación, puede descuidarse una falta de índole mucho más peligrosa. Debiera quedar bien entendido que las investigaciones descritas no estaban relacionadas con el fracaso de construcciones de hormigón, sino sólo, en la mayoría de los casos, con quejas de la calidad deficiente del hormigón durante la construcción o durante la elaboración de artículos de hormigón.

El constructor de hormigón con poca experiencia, cuando ve que su hormigón no es como debiera ser, atribuye la falta al cemento, con una regularidad que no falla, olvidándose de que el cemento es el único componente de su hormigón que se ha producido científicamente bajo la inspección de químicos expertos, y que hay muchas otras faltas que con mayor probabilidad habrán causado el percañe, y que son achacables a una grava de calidad deficiente, o a la mala calidad de la mano de obra. En los 400 hormigones examinados, solamente se presentó un caso de mal resultado debido a la calidad del cemento deficiente, consistiendo en ser dicho cemento de fraguado demasiado rápido. En seis casos se encontró que el cemento estaba demasiado aireado,

pero ésto era debido a un almacenaje prolongado o en malas condiciones, en la obra o en el depósito de venta.

Causas del hormigón deficiente.

Las deficiencias de un 56% de los hormigones, aproximadamente, eran imputables, en una forma u otra, a una mano de obra mala, y el resto a materiales defectuosos. De las 400 muestras examinadas, damos a continuación una lista de faltas, guardando el orden de magnitud en cuanto ha sido posible:

83 (20.7%). Mezclas con dosis demasiado baja de cemento, que dieron un hormigón o mortero flojos y porosos.

49 (12.3%). La grava y la arena estaban contaminadas con materia orgánica, que producía un retraso del endurecimiento del cemento, y en los casos más graves, la imposibilidad de llegar al endurecimiento. Esta cifra resultaría más elevada si no fuera que a menudo es imposible comprobar la presencia de la materia orgánica en la grava o la arena mediante el análisis del hormigón.

48 (12%). Amasado deficiente o insuficientemente prolongado, que produce una distribución desigual del cemento y arena, con lo cual estos materiales inertes se arraciman y apelotonan.

47 (11.75%). Imposible determinar la causa del mal resultado. En muchos de estos casos pudo sospecharse la falta, pero no comprobarla, frecuentemente por falta de datos sobre el fracaso en cuestión. Otros casos fueron probablemente debidos a la presencia de materia orgánica en la arena y la grava (como se ha dicho más arriba); a muestras demasiado pequeñas y que correspondían mal con el material representado; a especificaciones incorrectas; o a alguna circunstancia local relacionada con el trabajo, de la cual no tenía noticia el investigador.

43 (10.75%). Arenas o gravas que contenían demasiado barro o arcilla,

en tal forma que producían el apelotonamiento de la arena o el recubrimiento de la grava con una película que impedía la debida adherencia con el cemento. En este sentido, la forma en que el barro o arcilla se hallan es mucho más importante que su misma cantidad efectiva. Una pequeña dosis de barro, si forma una película alrededor de la gravilla, es mucho más dañina que una cantidad relativamente grande en forma de polvo suelto, con tal que, desde luego, su naturaleza química no sea de por sí nociva.

36 (9%). Arenas demasiado finas, o un exceso de polvo fino como harina en las arenas y gravas obtenidas con piedra triturada. Esta falta es muy frecuente, dando por resultado un mortero de escasa resistencia en la obra, y que, generalmente, no se adhiere bastante a la grava. Cierta cantidad de arena fina es indispensable, pero no más de lo que lo es una cantidad aun mayor de arena gruesa. Dos (0.5%) casos solamente se encontraron en los que se había empleado arena demasiado gruesa, sin cantidad suficiente de material fino. El resultado fué un hormigón poroso, de mal aspecto, ya que las superficies no se pudieron alisar con una pasta suficientemente grasa.

35 (8.7%). Fueron casos de un exceso de agua de amasado, que dieron como consecuencia una notable disminución en la resistencia del hormigón, principalmente en los primeros tiempos, y también un deslavado de la mezcla y, a veces, grietas de contracción. Esta cifra no expresa realmente con fidelidad el número de los hormigones en los que se empleó una mezcla demasiado fluida, pues aun cuando, por el aspecto del hormigón, puede conjeturarse la presencia de un exceso de agua en la mezcla, con frecuencia es imposible probarlo analíticamente. En quince (3.75%) de estos casos, una dosis insuficiente de agua de amasado dió un cemento imperfectamente hidratado, falto de resistencia y homogeneidad, y de una porosidad excesiva.

34 (8.5%). Casos de una gradación desahortada de la grava y arena, entre los cuales se contaron tres casos de deficiencia del material intermedio. En la mayoría de los otros 31 casos, el material inerte era de tamaño inadecuado para la clase de trabajo en cuestión, ocasionando una consolidación insuficiente, porosidad y un recubrimiento deficiente del hierro de la armadura.

34 (8.5%). Mezclas con demasiada arena, que dieron hormigones flojos, por ser la extensión superficial de la arena mayor que la extensión superficial de la grava gruesa, y, por lo tanto, necesitarse más cemento para recubrirla. 22 casos (5.5%) fueron de mezclas con demasiada poca arena, falta más importante aún, cuya consecuencia es la producción de un hormigón poroso y arracimarse la grava.

25 (6.25%). Estos fracasos fueron enteramente o en parte debidos a mano de obra defectuosa al colocar y apisonar el hormigón, dando por resultado una masa floja, mal consolidada, porosa. Si se emplea esta clase de material para hormigón armado, hay riesgo de que las barras no queden suficientemente compenetradas con la masa, y recubiertas, con el mal resultado consiguiente, a causa de la debilidad de la construcción, o de oxidarse el acero.

23 (5.75%). En estos casos los agregados, como escoria o clinker, tenían demasiado carbón, lo cual produjo la expansión del hormigón, su agrietado y su disgregación.

20 (5%). En estas muestras se encontró en los agregados (feldespatos, escoria no aireada, clinker) la presencia del azufre en forma de sulfuros, que producían un retardo del endurecimiento o la disgregación del hormigón al oxidarse los sulfuros. Esta falta es en parte consecuencia de la excesiva porosidad del hormigón. Trece (3.25%) de los casos, denunciaron en los agregados la presencia del azufre en forma de sulfatos, (espátos.

clinker o escorias) ocasionando un agrietamiento y desintegración graduales.

19 (4.75%). Fueron casos de conservación defectuosa, sea por falta de protección contra las heladas, el sol, los vientos secos; sea por un secado demasiado rápido por algún otro motivo. Esta cifra debería ser más alta, pero lo impide la dificultad de probar esta falta con la sola inspección visual o por análisis.

15 (3.75%). Empleo de gravas escamosas o demasiado redondeadas, que causan arqueamientos y huecos, y la subsiguiente debilidad y porosidad.

14 (3.5%). Agregados cuya estructura carecía de resistencia suficiente, como son las areniscas blandas y las piedras ígneas desintegradas. Estos agregados tienden a quebrarse cuando son apisonados, o cuando el hormigón sufre presiones, y forman, naturalmente, bolsas de materia más blanda.

9 (2.25%). Los fracasos fueron debidos a la acción de productos químicos industriales, a cuya influencia quedó sometido el hormigón, no protegido o insuficientemente protegido.

8 (2%). Las gravas estaban contaminadas con piedra de yeso o yeso, tal como sucede con el cascote de ladrillo, sin limpiar, lo que produce un fraguado rápido del cemento.

7 (1.75%). En estos casos el hormigón presentaba una cantidad excesiva de huecos, cuyas causas exactas no pudieron ser probadas por el examen, pero que probablemente eran debidas a una combinación de circunstancias. En dos casos, no obstante, fueron la consecuencia de la colocación del hormigón en agua corriente, que lo deslavó, arrastrando gran parte del cemento y de la arena.

6 (1.50%). Casos de cemento excesivamente aireado, debido a un almacenaje demasiado prolongado o deficiente, que dió por resultado un retardo del fraguado, y en casos extremos, un retardo incluso del endurecimiento.

5 (1.25%). Casos de presencia de materia carbonosa en la grava, que produjo un retardo del endurecimiento.

4 (1%). Los fracasos se debieron a la mezcla del cemento Portland con cementos aluminosos, ocasionando un fraguado excesivamente rápido.

4 (1%). La mezcla era demasiado fuerte. La muestra probó, en cada caso, estar compuesta de cemento casi puro, que por dicha razón se agrietó mucho.

3 (0.75%). Los agregados contenían cantidad excesiva de restos vegetales en forma de hojas y hierba, lo que produjo un debilitamiento físico del hormigón, completamente independiente del efecto de la materia orgánica sobre el cemento.

1 (0.25%). El fracaso fué debido a contener el agregado cal libre, que ocasionó el entumecimiento y disgregación del hormigón.

1 (0.25%). La armazón no quedó suficientemente revestida, dando por resultado la oxidación y subsiguiente expansión del acero.

1 (0.25%). Único caso en que el cemento fué deficiente. Era de fraguado rápido, y el hormigón no pudo desprenderse de los moldes.

Como ya se ha mencionado, en 90% de las muestras de hormigón se encontraron cuando menos dos faltas definidas, pero en muchos casos eran más de dos las influencias adversas que afectaban a los resultados. A continuación damos algunos detalles de casos particulares en que el mal resultado fué debido a una combinación de factores.

Falta de endurecimiento.

Se tropezó con un caso en que el hormigón no podía endurecerse satisfactoriamente y quedaba muy flojo. Al analizar las dosis que se habían empleado, se fijaron en 3.2 partes de escoria, 0.8 partes de arena y una parte de cemento. La gradación de tamaños del agregado era deficiente, no existiendo material intermedio, la arena era excesivamente fina y contenía demasiado fango, y la cantidad

de arena presente era insuficiente. Además, el análisis reveló la presencia de indicios de azufre en forma de sulfuros y anhídrido sulfúrico, cuando menos 2% por encima de la cantidad usualmente admitida en el cemento. Se añadía a los demás motivos de fracaso que el cemento estaba demasiado aireado, aunque los ensayos probaron que aun cumplía con las Normas Británicas. Más tarde se averiguó que el cemento se había almacenado en la obra durante algún tiempo en malas condiciones. No era de extrañar que con todas estas faltas presentes el hormigón tuviera escasa resistencia y que el endurecimiento del cemento se hubiese retardado.

En otro caso, en que el hormigón no se había endurecido, el color de la muestra era el de un bizcocho claro, debido en primer término al exceso de agua empleada en el amasado, que frecuentemente da un hormigón de color muy claro, y en segundo término al exceso de arcilla presente en la grava. Cuando el hormigón se agrietó, podían separarse de él las piedras sin materia adherida, dejando tras de sí huecos revestidos de arcilla que primitivamente había circundado las piedras en forma de delgada película. El hormigón se había amasado mal, y la grava estaba mal clasificada, resultando de ello que había tenido lugar el acunamiento de sus trozos, y se habían formado muchos huecos.

Y en otro caso, en que el hormigón no se había endurecido satisfactoriamente, el fracaso se debió a una combinación de las siguientes faltas: mezcla con dosis excesiva de arena; grava que contenía exceso de fango y materia orgánica; arena demasiado fina; amasado insuficiente; indicios de que se había empleado para el amasado una cantidad indebida de agua; el hormigón, insuficientemente protegido, había sido atacado por la escarcha. Sería difícil ver cómo el productor de este hormigón hubiera podido incurrir en mayor número de errores, y sin embargo, tuvo que achacar la culpa del fracaso al cemento.

Clasificación de la arena y presencia de impurezas en la misma.

Durante una investigación sobre la resistencia de los morteros hechos con tres arenas diferentes, A, B y C, se obtuvieron algunos resultados interesantes:

La arena A era de grano grueso y no contenía barro.

La arena B era casi del mismo grueso que la A y contenía 12½% de barro.

La arena C era de grano fino y contenía 12½% de barro similar al contenido en la arena B.

Se hicieron cubos con tres partes de cada muestra de arena respectivamente, por una parte de cemento portland, de endurecimiento rápido, y se ensayaron a las 24 horas y 7 días.

Arena A.		Arena B.		Arena C.	
24 horas.	7 días.	24 horas.	7 días.	24 horas.	7 días.
273	651	161	539	112	490
245	630	157.5	525	112	490
238	602	154	490	112	490
252	627.67	157.5	518	112	490

Es interesante observar las reducciones de resistencia debidas separada y distintamente al barro y al grano demasiado fino de la arena. La arena gruesa sucia B, aunque aproximadamente de la misma composición granulométrica que la arena limpia A dió resistencias considerablemente más bajas, debido a la presencia del barro. La arena fina C da resultados inferiores a los de la arena gruesa B, a causa de la diferencia de tamaño del grano, ya que el carácter y la cantidad de barro presentes en ambas arenas eran los mismos. En este caso particular, no había presencia de materia orgánica, pero muy frecuentemente ocurre que las arenas de mina que contienen barro están contaminadas con materia orgánica. En el transcurso del tiempo, un depósito de arena o tierra de aluvión queda cubierto de capas sucesivas de turba o vegetación en putrefacción; la lluvia arrastra la materia orgánica y la deposita en la

arena, que actuando de filtro, retiene la materia orgánica y deja pasar a través de ella el agua pura. Y no es raro que suceda que la arena en la parte superior de la mina contigua al manto de tierras, recoja la mayoría de esta materia orgánica vegetal, estando la arena que se halla en la parte inferior casi libre de contaminación.

Materias orgánicas en la grava.

Aunque la materia orgánica se encuentra principalmente en las arenas y gravas de mina, se han presentado a veces casos en que otros agregados, tales como caliza, granito y arenas de río, contaminados con materias orgánicas, han ocasionado el fracaso. En cierto caso en que el hormigón de un muro de contención, después de nueve días no había dado ninguna señal de endurecimiento, se vió que había sido confeccionado con cascote de ladrillo como agregado. Al examinarlo, se encontró que no contenía ninguno de los componentes nocivos para el cemento que a veces se encuentran en el ladrillo, y hasta que no se hizo el ensayo de la sosa cáustica, como último recurso, no se descubrió que se revelaba la presencia de materia orgánica en cantidades tan considerables que forzosamente debían retardar el endurecimiento del cemento.

Materia carbonosa.

La materia carbonosa es distinta de la materia orgánica, pero cuando se la encuentra en la arena o grava tiene un efecto similar sobre el cemento. A veces se halla presente en forma de lignito, especialmente en la arena de minas de Escocia e Irlanda. Se han conocido casos en que el dejar de endurecerse un hormigón tenía lugar solamente en algunos puntos aislados, y al examinarlos se vió que el núcleo de dichos puntos consistía en una partícula de lignito. Evidentemente, cuanto más finamente, subdividido esté el lignito, mayor será su distribución por el agregado, y más general y agudo será su efecto nocivo.

(Continuará.)

La ampliación de las instalaciones de la fábrica de cemento Portland de Groschowitz.

La Sociedad Anónima de Oppeln (Alemania) "Schlesische Portland-Cement Industrie" decidió, a los comienzos del año 1927, ampliar considerablemente sus talleres de Groschowitz, en la Alta Silesia. Hasta aquella fecha, la producción diaria de la fábrica citada, por el sistema de la pasta espesa, era de 200 t. Tratábase de aumentarla a 700 t. En ocasión de la ejecución del proyecto volvióse a aumentar la capacidad de producción, que pasó a ser de 1200 t. diarias. En el otoño de 1927 se dió principio a las excavaciones necesarias, y en 1º de octubre de 1928 se inició el servicio regular de la nueva fábrica, cuyas instalaciones estaban dotadas de máquinas construídas y suministradas en su totalidad por la casa Krupp-Grusonwerk de Magdeburgo-Buckau.

Las primeras materias extraídas de las canteras próximas, con el auxilio de dragas de grandes excavadoras de cuchara (fig. 1, pág. 298), son conducidas a la fábrica de cemento de Groschowitz en vagonetas de baldes basculantes, de 6 t. de capacidad de carga. Los baldes son retirados de los bastidores de las vagonetas por medio de una grúa-puente de 10 t. de potencia (fig. 2, pág. 299), que vacía automáticamente el respectivo contenido que pasa a las tolvas de carga de dos trituradoras de martillos, cuya producción horaria es de 250 t., cada una. La conducción de la piedra caliza a las trituradoras se hace de un modo uniforme, con el auxilio de transportadores de bandejas, formados por chapas grandes y pesadas. Una segunda grúa-puente (fig. 3, pág. 299), provista de una cuchara que trabaja automáticamente y extrae las primeras materias necesarias para la fabricación del cemento, conduce la piedra caliza, previamente triturada, a los depósitos respectivos, que se hallan encima de los dos molinos de pasta espesa.

Estos molinos de pasta, como todos los molinos tubulares instalados en la nueva fábrica, están dotados del mecanismo patentado de accionamiento "Centra" (fig. 4, pág. 300), yendo enlazados por el centro de uno de sus extremos a un engranaje de reducción de gran precisión, cuyo eje motor está acoplado elásticamente a un motor eléctrico. Los molinos tienen 2.2 m. de diámetro, 13 m. de longitud, y trabajan con 3 compartimientos diferentes. El producto que en ellos se obtiene es una pasta espesa, con un 40% de agua y un 5% de residuo seco al tamiz de 4900 mallas por cm². Cada molino produce por hora 36 t. de material crudo seco, y absorbe una proencia de 600 C.V.

Una draga tipo "Mammut" conduce la pasta cruda de cemento a depósitos de corrección y mezcla, donde se la homogeneiza, insuflando aire comprimido y con el auxilio de grandes bombas de pasta tipo "Mammut."

Además del horno rotario existente, que tiene 3 m. de diámetro y 50 m. de longitud, se instalaron dos nuevos hornos, de 3.30 m. de diámetro y 55 m. de longitud (fig. 5, pág. 301). Los hornos citados y los tambores enfriadores son accionados por medio de reductores de engranajes de precisión. Los cojinetes de los rodillos de apoyo están dotados de lubricación por aros.

Cada uno de los hornos rotatorios recientemente instalados está equipado con una caldera para el aprovechamiento del calor de los gases de escape, teniendo dichas calderas, a ese fin, una disposición especial (fig. 6, pág. 301). La superficie de caldeo de cada caldera es de 1000 m². Con esas calderas se puede producir una cantidad de vapor suficiente para el accionamiento de toda la instalación recién montada.

Después de su salida de las calderas citadas, los gases calientes de escape tienen sólo unos 180° a 200°, y son conducidos por medio de ventiladores de tiro inducido hasta la chimenea.

Después de la salida del clinker de los tambores enfriadores, procédese a pesarlo automáticamente, para conducirlo luego a los almacenes o depósitos, por medio de un transportador de cinta. Sobre los depósitos corre una grúa-puente de 30 m. de luz, cuya vía de corrimiento tiene 100 m. de longitud, (fig. 7, pág. 302); está dotada de una cuchara de presa automática y de 4 m³ de capacidad de carga, que distribuye el clinker por toda la superficie del depósito respectivo. Este sistema de llenar y vaciar los depósitos ha dado hasta ahora los mejores resultados, y no sólo es posible, así, utilizar toda la superficie aprovechable del depósito, sino que se obtiene, además, con él, una gran limpieza, evitándose la producción de polvo, por no dejarse caer el clinker desde gran altura.

El clinker a moler se extrae con el auxilio de una grúa de cuchara, y pasa entonces a una tolva de almacenaje, dispuesta sobre unos transportadores que, en combinación con elevadores del tipo de cangilones, alimentan los molinos de cemento.

A la entrada de cada molino de cemento se hallan dos alimentadores de plato rotatorio, que distribuyen de manera uniforme, y en dosis rigurosamente regulables, el clinker y la piedra de yeso entre los molinos combinados tubulares de 3 compartimientos, que tienen un diámetro de 2.25 m. y una longitud de 13 m. Cada molino puede moler por hora unas 19 toneladas de clinker, reduciéndolo a cemento, siendo de 10% su residuo al tamiz de 4900 mallas por cm². El mecanismo o transmisión "Centra" garantiza una completa seguridad de servicio en esos pesados molinos, así como un gran rendimiento, por no necesitar la corona dentada y el piñón hasta ahora usados, sin protección y sujetos a fuerte desgaste.

Detrás de los molinos, que están enlazados directamente con una instalación depuradora de polvo, se hace el pesaje del cemento, que es conducido, luego, con el auxilio de cintas transportadoras y elevadores de cangilones, a 6 silos de cemento, que tienen 13.2 m. de diámetro y 25 m. de altura.

Para la extracción del cemento almacenado en los silos, se emplean dispositivos de evacuación dotados de rodillos. Elevadores de noria y transportadores de tornillo sirven de auxiliares para las cuatro máquinas de ensacar, que se hallan en condiciones de llenar unos 3600 sacos de cemento, de 50 kgs. cada uno, por hora. El transporte de los sacos llenos se hace entre los almacenes o depósitos de cemento y los vagones del ferrocarril de modo enteramente automático, por medio de cintas transportadoras.

El carbón necesario para la alimentación de los hornos rotatorios se descarga con el auxilio de una grúa-puente, dotada a su vez de palas o cucharas de servicio automático. La grúa-puente correspondiente sirve, al mismo tiempo, para llenar las carboneras que se encuentran encima de las instalaciones de secadores del carbón y que son de tipo tubular, siendo servidas por vapor. Las ventajas de esas nuevas instalaciones de desecación del carbón consisten en una manipulación sumamente sencilla y en una máxima facilidad de regulación del servicio. Aparte de esas grandes ventajas, el consumo de calor es ínfimo. Las pequeñas cantidades de polvo de carbón aspiradas por las instalaciones de desecación son aprovechadas, nuevamente y por completo, en la instalación de depuración del polvo.

Para la molturación del carbón se instalaron dos molinos tubulares de 3 divisiones cada uno, de 1.55 m. diámetro y 9 m. longitud, que están dotados

de un mecanismo de accionamiento tipo "Centra." El material así molido deja un 10% de residuo al tamiz de 4900 mallas. Unas bombas tipo "Fuller" conducen el carbón en polvo a los diversos puntos de consumo.

Casi todas las máquinas trabajan enteramente separadas. Así se garantiza un alto grado de seguridad del servicio, y una buena fiscalización de toda la instalación. En los casos en que fué conveniente reducir el número de revoluciones de los motores eléctricos, al número respectivo existente en las máquinas correspondientes, se consiguió, sea por medio de dispositivos Krupp de fricción, patente Garrard (fig. 8, pág. 302), sea por medio de engranajes de precisión debidamente encerrados en carters. Los motores de accionamiento de los molinos y de las trituradoras de martillos son para corriente de alta tensión (5,000 volts). En cuanto a los otros motores, son para corriente trifásica de 500 volts.

"Falso fraguado" del cemento Portland.

Por D. K. MEHTA.

(DIRECTOR QUÍMICO DE LA UNITED CEMENT COMPANY OF INDIA.)

En vista del interés que su revista despierta entre los fabricantes de cemento de la India, tal vez interesaría a sus lectores una aportación mía a la discusión empezada en sus columnas con referencia al "falso fraguado" del cemento.

En Abril de 1929 un corresponsal afirmaba que este "falso fraguado" puede ser producido artificialmente en cualquier cemento bien fabricado, elevando suficientemente las temperaturas del molino de acabado, por ejemplo, a 110°C o más, y da como explicación que "la totalidad del yeso se convierte en anhidrita, perdiendo así su solubilidad y velocidad de reacción como retardador." Si esta afirmación correspondiese a la realidad, nosotros en la India siempre, estaríamos produciendo cemento que presentaría dicho "falso fraguado," ya que dudo que ninguna fábrica en la India pueda moler cemento a una temperatura inferior a 110°C sin montar en el molino algún dispositivo enfriador. El que suscribe conoce el caso de un cemento que sale del molino de acabado a una temperatura de 148°C ó más, y que posee un fraguado completamente normal.

La explicación de que la alta temperatura de molturación es la causa del falso fraguado, o del fraguado rápido,

como pretende ese corresponsal, y también "C.E.H." en el número de Mayo de 1929, no es del todo convincente, ya que los datos recogidos por el que suscribe en su propia experiencia no la confirman. Si la alta temperatura del cemento en los molinos va acompañada de un fraguado rápido, entonces la causa fundamental debe más bien buscarse en la calidad del clinker, esto es, en las condiciones físicas que influyen en la cocción en el horno, etc. Es muy posible que la alta temperatura sea una causa que contribuya al fraguado rápido en el caso de clinker que, según toda apariencia exterior, parezca estar bien cocido, pero que no haya sido sometido en la zona de clinkerización a la debida temperatura, o que no haya permanecido tiempo suficiente en dicha zona. Sería difícil probar que ésta sea la verdadera explicación, pero el hecho de que el clinker bien cocido, molido a una temperatura de 148° C. o más, no presente fraguado rápido, parece demostrar decisivamente que la alta temperatura no es la causa principal ni del fraguado rápido ni del falso fraguado. El que suscribe tuvo en una ocasión que hacer frente a la dificultad del "fraguado rápido," dificultad que causó muchas preocupaciones y trastorno, y que se remedió

fácilmente reduciendo la temperatura del molino. Pero, cuando más tarde se cesó de poner atención en la cuestión de la temperatura y ésta se elevó por largo periodo más allá de 148°C. , y no se presentó el fraguado rápido, quedó definitivamente probado que en la primera ocasión la causa fundamental debió estribar en las condiciones físicas que concurrían en la cocción del horno (siendo en ambos casos idénticas la composición química y la finura de moultración de la pasta).

La explicación general que se suele dar en apoyo de que sea la alta temperatura la causa del fraguado rápido, es que la piedra de yeso se deshidrata parcial o totalmente. Supongamos que así sea: afectaría ésto el tiempo de fraguado? No debería hacerlo, ya que cualquier forma de sulfato cálcico debiera representar un retardador tan bueno como la piedra de yeso. R. K. Meade, que ha realizado muchos ensayos prácticos con mezclas de piedra de yeso y anhídrita, usándolos como retardadores, dice: "El uso continuado y creciente de esta piedra (piedra de yeso y anhídrita) prueba que ofrece las debidas cualidades como retardador. . . . Prescindiendo de todos los ensayos de laboratorio, el notable record del uso actual de mezclas de piedra de yeso y anhídrita es la mejor prueba posible de su eficacia." Sería tan interesante como instructivo que los fabricantes que han tropezado con esta dificultad en el tiempo de fraguado describieran sus experiencias e indicaran métodos posibles de investigación.

Ya que trato este asunto, me gustaría mencionar un fenómeno

peculiar que observé al estudiar el principio del fraguado. Algunas muestras acusan, por la aguja Vicat, que el principio del fraguado ha tenido lugar desde los 10 a los 15 minutos, pero si se prolongan las observaciones, se descubre que después de otros quince minutos la aguja Vicat penetra hasta el fondo, probando así que el principio de fraguado observado en el primer caso era falso, y que el segundo fraguado tiene lugar normalmente al cabo de 70 a 100 minutos. Sería interesante saber si alguien más ha observado en el cemento un modo similar de conducirse.

Por lo que respecta a la cuestión planteada por "C.E.H." con relación al tiempo de fraguado: "Deben las Normas Británicas atender en la misma forma a los cementos ordinarios y a los de endurecimiento rápido?" es difícil descubrir algún motivo por el cual tengan que dejar de hacerlo. El cemento de endurecimiento rápido se diferencia del cemento ordinario por sus propiedades de endurecimiento solamente, y no por sus propiedades de fraguado. Un cemento de fraguado rápido siempre será de fraguado rápido, independientemente de la dosis de agua que se emplee en el amasado, o del tiempo en que se prolongue dicho amasado. Si un cemento principia a fraguar dentro de un plazo normal (por ejemplo, más de 30 minutos), usando más agua o amasando por más tiempo, evidentemente no fraguará rápidamente, tanto si es de endurecimiento rápido como si no lo es.

¹ Para detalles sobre estos experimentos, véase "ROCK PRODUCTS," 24 Nov., 1928, pags. 55-58.

Aviso.

Todos los artículos publicados en "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" en cualquier idioma, son de absoluta propiedad, y no pueden reproducirse en otras revistas, ni en forma de catálogos, sin el permiso de los propietarios, Concrete Publications, Limited, 20, Dartmouth Street, Westminster, London, Inglaterra.

Industria Japonesa del cemento Portland.

Los siguientes detalles, referentes a las fábricas japonesas de cemento Portland, han sido publicados por la Asociación Japonesa del cemento Portland con fecha Noviembre de 1929. El aumento de la industria durante los últimos años queda demostrado por la tabla siguiente:

Año.	Capital invertido. Pts.	Producción de cemento. Toneladas.
1920	146,519,000 ..	1,350,598
1921	174,864,000 ..	1,551,133
1922	189,935,000 ..	1,856,860
1923	206,257,000 ..	2,239,045
1924	242,627,000 ..	2,195,434
1925	245,203,000 ..	2,504,132
1926	287,598,000 ..	3,200,844
1927	369,446,000 ..	3,527,979
1928	409,268,000 ..	3,820,671

La mejora de la calidad del cemento Portland japonés se ve por la tabla siguiente, que es un resumen de los cambios realizados en las Normas del Gobierno desde 1905 hasta la fecha:

Fecha de la revisión.	Finura.	Mortero 1 : 3		Pasta pura de cemento.		
		Resistencia a la compresión en kgs/cm ²		Resistencia a la tracción en kgs/cm ²		Resistencia a la tracción en kgs/cm ²
		7 dias.	28 dias.	7 dias.	28 dias.	7 dias.
Feb. 1905	Residuo al tamiz de 900 mallas por cm ² (el diámetro del alambre es de 0.1 mm). 10%	—	120	7	15	25
Dic. 1909	Residuo al tamiz de 900 mallas por cm ² (el diámetro del alambre es de 0.1 mm). 5%	—	120	8	16	25
Jun. 1919	Residuo al tamiz de 900 mallas por cm ² (el diámetro del alambre es de 0.1 mm). 3%	—	140	10	18	30
Abr. 1927	Residuo al tamiz de 4900 mallas por cm ² . 17%	—	210	14	21	40
En revisión	Residuo al tamiz de 4900 mallas por cm ² . 12%	220	300	20	25	—

En las notas siguientes se dan detalles relativos a las fábricas actualmente en marcha en el Japón.

Asano Portland Cement Co., Ltd.—Fábricas en Tokio, Moji, Hokkaido, Kawasaki, Taiwan, Osaka, Nishitama. Capacidad total, 5,700 toneladas al día.

Fábrica de Tokio.—Vía seca. Primeras materias: cal viva y arcilla. Instalación machacadora, dos trituradoras de un solo rodillo, de 61 cm. por 81 cm.; un molino giratorio, de 5.40 m. Molinos de crudo: ocho molinos "double-hard" de 1.8 por 3.5 m.; ocho selectores de 2.8 m. Cuatro hornos rotatorios, de 2.4 m. por 36 m. Un secador de carbón, de 1.8 m. por 18 m.; un molino de carbón. Molinos de acabado: tres molinos compeb de 2.1 m. por 7.3 m. Tres ensacadoras Bates.

Fábrica de Moji.—Vía seca. Primeras materias: caliza, arcilla, "ganister" y escoria. Instalación machacadora: para la arcilla, una trituradora de un solo rodillo, un molino Frett, dos trituradoras de martillo; para la caliza, dos molinos giratorios. Molinos de crudo: cuatro molinos compeb de 2.13 m. por 7.32 m., un molino "double-hard," de 1.78 m. por 3.65 m. Hornos: cuatro hornos rotatorios, de 3.74 m. por 3.05 m., por 60.96 m.; cinco hornos rotatorios de 2.13 m. por 24.38 m. Tres secadores de carbón, de 1.60 m. por 18 m. Dos molinos de carbón, de 2.13 m. por 24.38 m. Molinos de acabado: cinco molinos compeb, de 2.13 m. por 7.32 m.; un molino tubular para escorias, de 1.83 m. por 9.71 m.; un molino "Unidan," de 2.20 m. por 12 m.

Fábrica de Hokkaido.—Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora: para la arcilla, una trituradora de martillos, una trituradora de mandíbulas; para la caliza, dos molinos giratorios. Molinos del crudo: 17 molinos Fuller, de 1.07 m. Hornos: dos hornos rotatorios de 2 m. por 30 m.; un horno rotatorio de 2.74 m. por 60.9 m. Preparación del combustible: dos secadores de carbón Ruggles Cole, de 1.83 m. por 18.30 m.; cuatro molinos Fuller de 1.07 m. Molinos de acabado: cuatro molinos compeb, de 2.13 m. por 7.33 m. Instalación de envasado: veinte máquinas oscilantes de envasado de barriles; tres ensacadoras "Bates."

Fábrica de Kawasaki.—Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora: para la arcilla, una trituradora de un solo rodillo; dos trituradoras de martillos; cinco trituradoras de doble rodillo; para la

NOTA DEL EDITOR.

EL Editor de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" Internacional invita a los lectores de esta Revista a enviar artículos para su publicación. El original puede estar en español, inglés, francés o alemán, y será traducido a los otros tres idiomas por traductores especialistas.

Se admiten artículos sobre toda clase de ideas o progresos nuevos de fabricación, química o ensayo de cementos, o de asuntos relacionados con el cemento de interés general para su industria. También se desean descripciones y grabados de nuevas fábricas de cemento en todas partes del mundo.

Se invita también a los constructores de maquinaria para la fabricación del cemento a que envíen datos y grabados referentes a las nuevas fábricas instaladas por ellos, y a las nuevas instalaciones de sus propias fábricas.

Todos estos artículos deben dirigirse a: The Editor, "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, Westminster, London, S.W.1, Inglaterra, por correo certificado.

caliza, cinco trituradoras Gates. Molinos del crudo: diez molinos "hard," de 1.73 m. por 3.50 m.; un molino "Unidan," de 2.20 m. por 12 m.; dos molinos compeb, de 2.13 m. por 7.32 m. Hornos: dos hornos rotatorios, de 2.75 m. por 54.86 m.; dos hornos rotatorios, de 2.74 m. por 60.96 m. Preparación del combustible: dos secadores Ruggles-Cole para el carbón, de 1.83 m. por 18.30 m.; siete molinos Fuller, de 1.07 m. Molinos de acabado: un molino compeb, de 1.83 m. por 6.71 m.; cinco molinos compeb, de 2.14 m. por 7.32 m. Sección de envasado: dieciocho máquinas oscilantes de envasado en barriles; cuatro ensacadoras Bates; dos envasadoras rotatorias.

Fábrica de Taiwan.—Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora: para la arcilla, dos molinos giratorios; para la caliza, una trituradora Gates. Molinos de crudo: cuatro molinos "double-hard" de 1.60 m. por 3.50 m. Hornos: un horno rotatorio, de 2.75 m. por 54.35 m. Preparación del combustible: un secador de carbón Ruggles-Cole, de 1.83 m. por 15.24 m. Un molino Fuller, de 1.12 m.; dos molinos Fuller de 61 cm. Molinos de acabado: un molino ballpeb, de 2.13 m., por 5.49 m.; un molino tubular combinado, de 2.13 m. por 7.32 m. Un molino "double-hard," de 1.60 m. por 3.50 m. Sección de envasado: ocho máquinas oscilantes de envasado de barriles; una ensacadora Bates.

Fábrica de Osaka.—Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora: para la arcilla, una trituradora de rodillo doble; para la caliza, una trituradora de mandíbulas. Molinos del crudo: un molino de bolas, de 2.15 m. por 6.70 m. Hornos: dos hornos rotatorios, de 2.25 m. por 38 m. Preparación del combustible: dos secadores rotatorios de carbón; un molino tubular, de 1.50 m. por 6 m. Molinos de acabado: un molino compeb de 2.15 m. por 7.30 m. Sección de envasado: dos envasadoras de barriles; una ensacadora Bates.

Fábrica de Nishitama.—Vía húmeda. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora: para la arcilla, dos trituradoras de martillos; para la caliza, una trituradora McCully. Molinos de crudo: dos molinos tubulares, de 12 m. por 2.20 m. Hornos: dos hornos rotatorios, de 60 m. por 3.15 m. por 3.45 m. Dos secadores de carbón, de 18.60 m. por 1.80 m.; dos molinos tubulares, de 7.20 m. por 1.95 m. Molinos de acabado: 3 molinos tubulares de 12.00 m. por 2.20 m. Sección de envasado: dos ensacadoras Bates.

Chichibu Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 1200 toneladas. Vía seca: cuatro juegos; vía húmeda: un juego. Primeras materias: caliza dura y esquistos.

Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha.—Vía húmeda. Primeras materias: fango calizo (sub-producto de la fabricación del sulfato de amonio), y arcilla (extraída de la isla de Amasuka, a 40 millas de distancia de la costa). Instalación machacadora: un molino tubular, de 1.29 m. por 3.96 m.; un molino tubular, de 1.35 m. por 7.62 m. Un horno rotatorio, de 45.75 m. por 2.28 m. Molinos de acabado: dos molinos tubulares combinados, de 1.78 m. por 6.71 m.

Hitachi Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 110 toneladas. Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Una trituradora de caliza, una trituradora de mandíbulas, una trituradora de arcilla, una trituradora de rodillo. Molinos de crudo: un molino tubular de bolas, en compartimientos, de 1.70 m. por 7.90 m. Horno rotatorio: una de 36.5 m. por 2.43 m. Trituradora de carbón: un molino tubular de bolas, de 13.70 m. por 4.55 m. Molino de acabado: un molino "edge-runner" de 2.43 m.; un molino tubular de bolas, en compartimientos, de 1.70 m. por 7.90 m.; un molino de bolas tubular, en compartimientos, de 2.25 m. por 9.45 m., que se está construyendo.

Hokoku Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 1,100 toneladas. Vía seca. Primeras materias: arcilla, caliza, pirita tostada o escoria de cobre. Hornos: fábrica de Moji, cuatro juegos. Fábrica de Nagoya, dos juegos. Fábrica de Saga, dos juegos. Tratamiento del combustible: máquinas secadoras de carbón: fábrica de Moji, tres; fábrica de Nagoya, dos; fábrica de Saga, una. Máquinas molturadoras de carbón: fábrica de Moji, cuatro; fábrica de Nagoya, cuatro; fábrica de Saga, una.

Iwaki Cement Co., Ltd.—Producción anual: 450,000 toneladas.

Mikawa (Portland) Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 110 toneladas. Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla.

Nanao Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 540 toneladas. Vía húmeda. Primeras materias: arenisca calcárea y tierra de infusorios y arcilla aluminosa. Instalación machacadora: una trituradora "Titan" para la arenisca; una trituradora "Titan" para la calcita. Molinos de crudo: dos molinos "Solo" de 12 m. por 2.2 m. Hornos: dos hornos "Solo" de 70 m. Preparación del combustible: una instalación especialmente proyectada de desecación y pulverización del carbón, con dos tambores secadores y dos molinos "Solo." Molinos de acabado: dos molinos "Solo" de 13 m. por 2.2 m. Envasadora: una ensacadora Bates; tres envasadoras "Exilor."

Nippon Cement Co., Ltd.—Producción diaria: 950 toneladas. Vía seca. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machadora, para la caliza: una trituradora McCully de 6.0 m.; una trituradora McCully No. 8; una trituradora de martillos, de 91.3 cm. por 1.22 m.; para la arcilla, una trituradora de un solo rodillo, de 61 cm. por 81 cm.; dos trituradoras de martillos. Molinos de crudo: dos molinos compeb de 2.15 m. por 7.90 m.; dos molinos combinados tubulares, de 2.15 m. por 7.30 m.; cuatro separadores, de 4.25 m. de diámetro. Hornos rotatorios: dos de 2.42 m. por 38 m.; dos de 2.20 m. por 38 m.; dos de 3.05 m. por 50 m. Preparación del combustible: un secador de carbón, de 1.50 m. por 15 m.; un secador de carbón, de doble cubierta, de 2 m. por 13.70 m.; dos molinos tubulares, de 1.50 m.

"CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE"

INTERNACIONAL

(El cemento y su fabricación).

Tarifas de subscripción.

A CAUSA del considerable aumento en el coste de la publicación de "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE" en su nueva forma, ha sido necesario aumentar su precio a 2 chelines el ejemplar. La tarifa de subscripción anual (incluyendo gastos de correo a cualquier punto del mundo) es de 24 chelines. Los actuales subscriptores que figuran en nuestra lista de subscripciones pagadas por adelantado continuarán recibiendo los ejemplares a la tarifa antigua hasta la expiración de su actual subscripción.

Las subscripciones anuales deben enviarse a "CEMENT AND CEMENT MANUFACTURE," 20, Dartmouth Street, London, S.W.1, Inglaterra, y a su recibo se enviará regularmente un ejemplar cada mes por toda la duración de la subscripción.

por 6.70 m. Un molino tubular combinado, de 1.83 m. por 5.50 m. Molinos de acabado: dos molinos compeb de 2.15 m. por 7.90 m.; dos molinos tubulares combinados, de 2.15 m. por 7.90 m.; dos separadores, de 4.25 m. de diámetro. Envasadora: dos ensacadoras Bates; seis máquinas envasadoras en barriles.

Nippon Chisso Hiryo Kabushiki Kaisha.—Producción diaria: 120 toneladas. Vía semi-húmeda. Primeras materias: hidróxido cálcico, arcilla, "ganister" y piritá tostada. Machacadora: dos machacadoras de residuos; una machacadora de rodillo. Molinos de crudo: dos hornos rotatorios; dos molinos combinados tubulares; un secador de arcilla; tres molinos tubulares. Preparación del combustible: cuatro pulverizadores de carbón; un secador de carbón. Molinos de acabado: cuatro molinos tubulares para cemento. Dos máquinas envasadoras.

Oita Cement Co., Ltd.—Producción anual: 515,000 toneladas. Vía seca. Primeras materias: caliza, arcilla, arcilla silícea y piedra de yeso. Secadores: seis secadores rotatorios de arcilla. Instalación machacadora: seis trituradoras Gates. Molinos de crudo: cuatro molinos Compeb; un molino de compartimientos; dos molinos tubulares. Hornos rotatorios: ocho juegos. Preparación del combustible: cuatro secadores rotatorios; cinco trituradoras. Molinos de acabado: cuatro molinos compeb; un molino tubular combinado; dos molinos tubulares. Envasadora: veinte máquinas envasadoras de barriles; once ensacadoras, una ensacadora Bates.

Onoda Cement Co., Ltd.—Producción anual: 1,050,000 toneladas.

Osaka Yogyo Cement Co., Ltd.—Producción diaria, 860 toneladas. Vía seca. Primeras materias: caliza dura, esquisto, alumita y desechos de la fabricación del alumbre. Instalación machacadora: para la caliza, dos machacadoras de mandíbulas, de 1 m. por 76 cm.; dos molinos de martillos, de 1.22 m. por 81 cm.; para el esquisto, una trituradora de rodillos de 17 m. por 46 cm.; trituradoras y molinos de crudo en la fábrica: una trituradora de mandíbulas, de 76 cm. por 1 m.; dos molinos de martillos, de 1.22 m. por 81 cm.; dos secadores de arcilla y piedra, de 2.42 m. por 21.50 m.; un molino de compartimientos para la molturación primaria de la arcilla, de 1.83 m. por 6.40 m.; dos molinos de compartimientos para la molturación primaria de la piedra, de 2.15 m. por 7.90 m.; un molino mezclador y de acabado, de 2.15 m. por 7.90 m.; un molino de compartimientos para la molturación de las primeras materias por vía húmeda, de 2.15 m. por 7.90 m.; un molino de segunda molturación por vía húmeda, de 1.38 m. por 6.70 m.; cuatro selectores de 4.25 m. Hornos rotatorios: dos hornos de 3.05 m. por 3.35 m. por 61 m.; uno de 3.05 m. por 3.50 m. por 65 m.; dos enfriadores rotatorios, de 2.75 m. por 15 m. Preparación del combustible: dos secadores de doble cubierta, de 1.83 m. por 18.30 m.; dos molinos de compartimientos, de 1.83 m. por 6.40 m.; molinos de acabado: cuatro molinos de compartimientos, de 2.15 m. por 7.90 m., con selectores de aire de 4.25 m. Sección de envasado: veinticuatro envasadoras vibradoras para barriles; cuatro ensacadoras Bates de dos tubos.

Toa Cement Co., Ltd.—Producción anual: 120,000 toneladas. Primeras materias: caliza y arcilla. Instalación machacadora, para la caliza: una trituradora giratoria, una trituradora jumbo; para la arcilla: una trituradora de un rodillo de 61 cm. por 91.3 cm.; un secador, de 1.83 m. por 18.30 m. Para la caliza y arcilla mezcladas: un molino compeb de 2.15 m. por 7.30 m. Hornos: un horno rotatorio de 3.05 m. por 50 m. Preparación del combustible: un secador Ruggles-Cole, de 1.22 m. por 6.10 m.; dos molinos Fuller, de 10 m.;

un molino tubular, de 1.50 por 4.57 m. Molinos de acabado: un molino compeb, de 2.15 m. por 7.90 m. Sección de envasado: diez envasadoras de barriles; una ensacadora Bates de cuatro tubos.

Ube Cement Manufacturing Co., Ltd.—Producción diaria: 520 toneladas, por la vía seca; 550 toneladas, por la vía húmeda. Primeras materias: caliza dura, esquisto, "ganister" (arcilla muy silícea), pirita de hierro, piedra de yeso. Instalación machacadora: una trituradora de 61 cm. por 1.50 m. Molinos de crudo: para la vía seca: tres molinos compeb de 2.1 m. por 7.3 m.; para la vía húmeda: dos molinos tubulares de accionamiento central, de 2.2 m. por 13 m. Hornos rotatorios: para la vía seca: dos hornos de 3 m. por 50 m., 75 C.V.; vía húmeda: dos hornos rotatorios de 3.45 m., por 2.70 m., por 95.8 m. Molinos de acabado: un molino compeb, de 2.1 m. por 7.3 m., con motor sincrónico de 450 C.V.; dos molinos tubulares de accionamiento central, de 2.1 m. por 7.9 m., con motores de inducción de 500 C.V. Envasadora: dos ensacadoras Bates de cuatro tubos; quince máquinas envasadoras de barriles.

Bienestar de los obreros en las fábricas de cemento.

UNA sección del Gobierno Británico ha dado aviso de que se propone extender un decreto aplicable a todas las fábricas y talleres en que se realiza la fabricación del cemento Portland, o de cemento de un carácter similar.

Dicha Propuesta de Decreto dice lo siguiente:—

(1) El patrono suministrará y mantendrá en buenas condiciones: (a) Botas impermeables altas para las personas empleadas en los procesos que requieran la inmersión de los pies en la pasta, barro o agua; (b) anteojos de protección para las personas expuestas en alto grado al polvo de carbón o cemento; (c) capas o abrigos impermeables adecuados para las personas que hayan de trabajar constantemente a la intemperie durante las épocas lluviosas; (d) guardapolvos y cubre-cabezas convenientes para los empleados femeninos que hayan de trabajar en la limpieza o reparación de sacos.

(2) El patrono suministrará y mantendrá, para el uso de todas las personas empleadas en la limpieza o reparación de sacos, un local adecuado para guardar las ropas durante las horas de trabajo. Este local se acondicionará debidamente por lo que respecta a la seguridad, y se mantendrá limpio.

(3) El patrono suministrará facilidades para que todos los obreros femeninos que hayan de trabajar de pie tengan donde sentarse, de modo que puedan aprovechar todas las oportunidades que se les presenten para descansar, en el curso de su trabajo.

(4) El patrono suministrará y mantendrá, para el uso de todos los trabajadores, excepto aquéllos empleados en procesos continuos, una sala de descanso apropiada y adecuada, que estará provista de: (a) mesas y sillas o bancos suficientes; (b) medios, adecuados para calentar comida y hervir agua. Esta sala de descanso estará suficientemente caldeada cuando tenga que utilizarse a las horas de las comidas. Dicha sala de descanso estará bajo la vigilancia de una persona de responsabilidad, y se mantendrá limpia.

(5) El patrono suministrará y conservará en los talleres, para uso de todos los empleados, dependencias adecuadas para lavarse, de acceso cómodo, en que haya un número suficiente de palanganas y agua limpia. Estas dependencias estarán bajo la vigilancia de una persona de responsabilidad, y se mantendrán en buen estado de limpieza.